

ATTORNEY DOCKET NO.: 71368

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : KAZI et al.
Serial No :
Confirm No :
Filed :
For : METHOD AND DEVICE...
Art Unit :
Examiner :
Dated : March 25, 2004

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

PRIORITY DOCUMENT

In connection with the above-identified patent application, Applicant herewith submits a certified copy of the corresponding basic application filed in

Germany


Number: DE 103 14 025.5

Filed: 28/March/2003

the right of priority of which is claimed.

Respectfully submitted
for Applicant(s),

By:


John James McGlew
Reg. No.: 31,903
McGLEW AND TUTTLE, P.C.

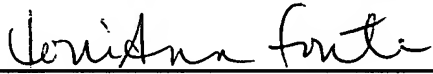
JJM:tf
Enclosure: - Priority Document
71368.3

DATED: March 25, 2004
SCARBOROUGH STATION
SCARBOROUGH, NEW YORK 10510-0827
(914) 941-5600

NOTE: IF THERE IS ANY FEE DUE AT THIS TIME, PLEASE CHARGE IT TO OUR
DEPOSIT ACCOUNT NO. 13-0410 AND ADVISE.

I HEREBY CERTIFY THAT THIS CORRESPONDENCE IS BEING DEPOSITED WITH
THE UNITED STATES POSTAL SERVICE AS EXPRESS MAIL, REGISTRATION NO.
EV436440708US IN AN ENVELOPE ADDRESSED TO: COMMISSIONER FOR
PATENTS, P.O. BOX 1450, ALEXANDRIA, VA 22313-1450, ON March 25, 2004

McGLEW AND TUTTLE, P.C., SCARBOROUGH STATION,
SCARBOROUGH, NEW YORK 10510-0827

By:  Date: March 25, 2004

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 14 025.5

Anmeldetag: 28. März 2003

Anmelder/Inhaber: KUKA Robotor GmbH, 86165 Augsburg/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Vorrichtung zum Steuern einer Mehrzahl von Handhabungsgeräten

IPC: G 05 B, B 25 J, G 08 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 8. März 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Wallner

PATENTANWÄLTE
DIPL.-ING. **HEINER LICHTI**

DIPL.-PHYS. DR. RER. NAT. **JOST LEMPERT**
DIPL.-ING. **HARTMUT LASCH**

D-76207 KARLSRUHE (DURLACH)
POSTFACH 410760
TELEFON: (0721) 9432815 TELEFAX: (0721) 9432840

KUKA Roboter GmbH
Blücherstraße 144

86165 Augsburg

19990.6/03 Le/Nu/ma/jk/zl
26. März 2003

Verfahren und Vorrichtung zum Steuern einer Mehrzahl von Handhabungsgeräten

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Steuern einer Mehrzahl von Handhabungsgeräten mit einer Anzahl von Steuerungseinheiten, die den Handhabungsgeräten zugeordnet sind, so dass jede Steuerungseinheit mindestens ein Handhabungsgerät steuert.

Zum manuellen Verfahren von Handhabungsgeräten wie Industrierobotern, beispielsweise im Rahmen von Lernprozessen eines Roboters (Teaching), oder beim Ändern von softwaregestützten Steuerprogrammen auf den Handhabungsgeräten zugeordneten Steuerungseinheiten finden heutzutage in der Regel tragbare und somit flexibel einsetzbare Bediengeräte Verwendung. Diese weisen in der Regel Bedien- und Eingabe-
elemente wie Steuerhebel oder Tasten und darüber hinaus gegebenenfalls Anzeigeelemente auf und sind über Kabel oder drahtlose Kommunikation mit einer Roboter-Steuerungseinheit verbunden.

Pro Steuerungseinheit wird ein derartiges Bediengerät benötigt, so dass in der Regel für jedes Handhabungsgerät ein eigenes Bediengerät eingesetzt wird, da jedes Handhabungsgerät auch eine eigene Steuerung besitzt. Alternativ ist es
5 bekannt, eine gemeinsame Steuerung für mehrere Handhabungsgeräte vorzusehen. Dann ist an der Steuerung nur ein gemeinsames Bediengerät angeschlossen.

Bei der erstgenannten Alternative hat es sich bei Verwendung einer Kabelverbindung zwischen Bediengerät und Steuerungseinheit als nachteilig herausgestellt, dass es aufgrund der Mehrzahl von eingesetzten Bediengeräten zu einem Kreuzen und Verschränken der Kabel kommt und somit eine sichere Zuordnung von Bedien- und Handhabungsgeräten für das
10 Bedienpersonal nicht ohne weiteres möglich ist, insbesondere wenn die Handhabungsgeräte, wie in der Automobilindustrie, eng benachbart stehen.

Aus Sicherheitsgründen besitzen Bediengeräte von Handhabungsgeräten, wie Industrierobotern, regelmäßig einen Zustimmungsschalter, der im Testbetrieb gedrückt gehalten werden muss, um den betreffenden Roboter verfahren zu können. Bei Anwendungen, bei denen mehrere Handhabungsgeräte miteinander kooperieren, hat es sich als nachteilig herausgestellt,
20 dass in diesem Fall an mehreren Bediengeräten die Zustimmungsschalter gleichzeitig gedrückt werden müssen, so dass eine derartige Bedienung kooperierender Roboter nur mit mehreren Bedienpersonen möglich ist.

30 Vorbekannte Steuerungssysteme, bei denen eine Mehrzahl von Robotern an einer gemeinsamen Steuerung angeschlossen sind, vermeiden die vorstehend genannten Nachteile. Allerdings ist hier die Anzahl der bedienbaren Roboter durch die Fähigkeiten der einzelnen Steuerungseinheiten beschränkt.

Überschreitet die Anzahl der Handhabungsgeräte die Zahl der an eine Steuerung anschließbaren, können nicht mehr alle Handhabungsgeräte koordiniert verfahren werden, was die Flexibilität derartiger Systeme im Einsatz beträchtlich einschränkt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, unter Vermeidung der vorstehend genannten Nachteile des Standes der Technik ein Verfahren sowie ein System zum Steuern einer Mehrzahl von Handhabungsgeräten zu schaffen, das ein Bedienen einer beliebigen Anzahl von Handhabungsgeräten ermöglicht, wobei diese Anzahl unabhängig von Fähigkeiten der einzelnen Steuerungseinheiten sein soll und wobei zugleich ein koordiniertes Verfahren mehrerer Handhabungsgeräte wie auch ein gezieltes Beeinflussen einzelner Handhabungsgeräte möglich sein soll.

Die Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass ein Bediengerät auf mehrere Steuerungseinheiten zugreift. Eine Vorrichtung der eingangs genannten Art ist zur Lösung der Aufgabe gekennzeichnet durch ein gemeinsames, mit zumindest einer bestimmten Steuerungseinheit verbindbares Bediengerät zum Bedienen der Handhabungsgeräte.

Durch die Erfindung ist eine flexible Steuerung bzw. Bedienung der Handhabungsgeräte gewährleistet. Einer Bedienperson ist es im Zuge des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. im Rahmen der erfindungsgemäßen Vorrichtung bei mehreren Steuerungseinheiten beispielsweise im Testbetrieb möglich, mittels eines Bediengeräts unmittelbaren Einfluss auf Bewegungen eines oder mehrerer Handhabungsgeräte zu nehmen. Nach einer Weiterentwicklung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass an dem Bediengerät für eine Bewegungssteuerung der betreffenden Handhabungsgeräte unmittelbar

geeignete Steuersignale (bewegungsrelevante Signale) erzeugt werden.

Nach einer Weiterentwicklung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind die Steuerungseinheiten jeweils in für das Ausführen eines echtzeitfähigen und eines nicht echtzeitfähigen Betriebssystems eingerichtete Bereiche unterteilt, wobei vorzugsweise die echtzeitfähigen Bereiche der Steuerungseinheiten zur Verarbeitung von für eine Bewegungssteuerung der betreffenden Handhabungsgeräte unmittelbar geeigneten Steuersignalen (bewegungsrelevante Steuersignale) ausgebildet sind. In diesem Zusammenhang sieht eine bevorzugte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens vor, dass die bewegungsrelevanten Steuersignale über eine erste Übertragungseinrichtung an einen Bereich der zugeordneten Steuerungseinheit weitergeleitet werden, der für ein Verarbeiten von bewegungsrelevanten Steuersignalen in Echtzeit ausgebildet ist.

Darüber hinaus sieht eine Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung vor, dass die nicht echtzeitfähigen Bereiche der Steuerungseinheiten über eine zweite Übertragungseinrichtung verbunden sind. Um eine Mehrzahl von Handhabungsgeräten mit nur einem gemeinsamen Bediengerät steuern zu können, ist in Weiterbildung vorgesehen, dass eine Steuerungseinheit, mit der das Bediengerät physisch oder logisch verbindbar ist, in ihrem nicht echtzeitfähigen Bereich eine Terminaleinrichtung zum Darstellen von Bedienoberflächen verschiedener Steuerungseinheiten aufweist. In einer bevorzugten Weiterbildung besitzt diese Steuerungseinheit darüber hinaus eine Erkennungseinrichtung zum Erkennen der die ausgewählten Handhabungsgeräte steuernden Steuerungseinheit. Weiterhin umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung nach einer bevorzugten Ausgestaltung eine Wegsteuerungseinrichtung, auf die durch die Erkennungsein-

richtung einwirkbar ist, so dass die bewegungsrelevanten Steuersignale über die erste Übertragungseinrichtung an die den ausgewählten Handhabungsgeräten zugeordnete Steuerungseinheit weiterleitbar sind. Auf diese Weise ist es möglich, 5 die durch das gemeinsame Bediengerät ausgelösten Steuersignale zielgerichtet an bestimmte Steuerungseinheiten weiterzuleiten. Parallel zu einer Übertragung an die zugeordnete Steuerungseinheit erfolgt in der die Erkennungseinrichtung aufweisenden Steuerungseinheit erfindungsgemäß vorzugsweise 10 ein Weiterleiten der Steuersignale an die Terminaleinrichtung.

Im Zuge einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden weitere durch das Bediengerät erzeugte, nicht 15 unmittelbar bewegungsrelevante Steuersignale ausschließlich an die Terminaleinrichtung weitergeleitet. Im Rahmen der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann weiterhin vorgesehen sein, dass alle Steuersignale zwischen der Terminaleinrichtung und einem Bereich der zugeordneten Steuerungseinheit, 20 der für ein Verarbeiten von Daten in Nicht-Echtzeit ausgebildet ist, wie einer Bedienoberfläche über die zweite Übertragungseinrichtung kommunizierbar sind.

Um einer Bedienperson eine direkte Kontrolle über das zu 25 bedienende Handhabungsgerät zu ermöglichen, ist nach dem erfindungsgemäßen Verfahren weiterhin vorgesehen, dass das Bediengerät die Bedienoberfläche der Steuerungseinheit des ausgewählten Handhabungsgeräts darstellt, wobei die Darstellung vorzugsweise graphisch erfolgt und die Bildinformation standardmäßig in Form von Pixeldaten übertragen 30 wird. Um die Übertragung von Bildinhalten der dem ausgewählten Handhabungsgerät zugeordneten Steuerungseinheit an das Bediengerät möglichst effizient zu gestalten, sehen Weiterentwicklungen des erfindungsgemäßen Verfahrens vor, 35 dass Daten von Bildinhalten der Steuerungen digital über-

tragen und Bilddaten vor der Übertragung komprimiert werden. Weiterhin können vorzugsweise Standardbildelemente nicht in Pixelform sondern lediglich als Steuerbefehle übertragen und vom Bediengerät selbständig graphisch dargestellt werden.

Um bei Verlust der Verbindung zwischen Bediengerät und Handhabungsgerät bzw. zugeordneter Steuerungseinheit den Roboter stoppen zu können, sieht eine bevorzugte Weiterentwicklung des erfindungsgemäßen Verfahrens vor, dass die Übertragung bewegungsrelevanter Signale über die erste Übertragungseinrichtung durch eine erste Überwachungseinrichtung kontrolliert wird, wobei bei einer Unterbrechung der Übertragung durch die Überwachungseinrichtung ein bewegungsrelevantes z.B. ein bewegungsverhinderndes Steuersignal erzeugt wird. Dieses Steuersignal lässt sich anschließend zum Festsetzen des betreffenden Handhabungsgeräts verwenden.

Zudem ist auszuschließen, dass die am Bediengerät dargestellten Bilddaten von einem ersten Handhabungsgerät bzw. dessen Steuerung stammen, während die erzeugten Steuersignale zu einer anderen Robotersteuerung übertragen werden. Um dies zu gewährleisten, sieht eine bevorzugte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung vor, dass Darstellungs- und Steuersignale zwischen den Steuerungseinheiten und dem Bediengerät auf einem gemeinsamen Datenkanal übertragbar sind. Alternativ dazu sieht das erfindungsgemäße Verfahren vor, dass Bilddaten und vom Bediengerät erzeugte Steuersignale auf unterschiedlichen Kanälen übertragen werden, wobei jedoch Funktion und Zielort der Kanäle durch eine zweite, gegenseitige Überwachungseinrichtung kontrolliert werden. Entsprechend weist die erfindungsgemäße Vorrichtung eine gegenseitige Überwachungseinrichtung auf, die zum Überwachen einer Funktion eines Zielorts der Datenkanä-

le ausgebildet ist, so dass sichergestellt werden kann, dass beide Kanäle funktionieren und auf derselben Steuerungseinheit enden.

- 5 Um einer Bedienperson die Bedienung mehrerer Handhabungsgeräte mit einem Bediengerät zu ermöglichen, sieht eine äußerst bevorzugte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung vor, dass eine eindeutige Zuordnung der dargestellten Bedienoberfläche und der ausgewählten Handhabungsgerä-
10 te gegeben ist. Dazu können die Bedienoberfläche und das entsprechende Handhabungsgerät im Wesentlichen identische, optisch wirksame Markierungen aufweisen. Im Rahmen einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist vorgesehen, dass die Handhabungsgeräte jeweils optisch und/oder akustische Signalgeber aufweisen, die je-
15 weils zum Aussenden eines Signals bei bzw. während einer Auswahl des betreffenden Handhabungsgeräts ausgebildet sind. Dementsprechend ist dann im Zuge des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehen, dass zum Identifizieren des ausgewählten Handhabungsgeräts eine an dem betreffenden Handhabungsgerät vorhandene, optisch wirksame Markierung am Bediengerät angezeigt wird bzw. dass ein an dem betreffenden Handhabungsgerät vorhandener akustischer und/oder optischer Signalgeber aktiviert wird. Des weiteren kann im Zuge einer
20 alternativen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehen sein, dass zum Identifizieren des ausgewählten Handhabungsgeräts eine Bezeichnung des Handhabungsgeräts, wie ein Name, am Bediengerät angezeigt wird.
- 25
- 30 Um die durch eine Bedienperson am Bediengerät vorgenommene Auswahl eines Handhabungsgeräts deutlich erkennbar zu machen, ist weiterhin vorgesehen, dass an den Handhabungsgeräten oder am Bediengerät optische und/oder akustische Signalgeber angeordnet sind, durch die das mit dem Bediengerät

verknüpfte Handhabungsgerät durch einen optischen und/oder akustischen Signalgeber angezeigt wird.

Um bei der Verwendung des erfindungsgemäßen Steuersystems
5 eine Mehrzahl von Robotern auch simultan verfahren zu können, müssen die entsprechenden Steuerungsinformationen, wie Drücken einer Zustimmtaste, Betriebsart, anstehender Not-Aus usw. simultan an alle Handhabungsgeräte übertragen werden. Entsprechend ist nach einer weiteren Ausgestaltung
10 vorgesehen, dass die Steuerungseinheiten aller Handhabungsgeräte durch eine Sicherheitsübertragungseinrichtung miteinander verbunden sind.

Weitere Eigenschaften und Vorteile der Erfindung ergeben
15 sich aus den beigefügten Patentansprüchen sowie aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand von Zeichnungen. Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Übersichtsdarstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer
20 ersten Anschlussmöglichkeit eines gemeinsamen Bediengeräts;

Fig. 2 ein Blockschaltbild zur Übersicht über die
25 Architektur einer erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß der Fig. 1;

Fig. 3 eine weitere Anschlussmöglichkeit eines gemeinsamen Bediengeräts an einer Vorrichtung
30 gemäß der Fig. 1;

Fig. 4 eine der Fig. 1 entsprechende Darstellung bei einer Vorrichtung mit getrennten Datenkanälen;
35

- Fig. 5 eine schematische Darstellung einer ersten Auswahlmöglichkeit einer bestimmten Steuerungseinheit durch ein gemeinsames Bediengerät;
- 5 Fig. 6 eine schematische Darstellung einer zweiten Auswahlmöglichkeit einer bestimmten Steuerungseinheit durch ein gemeinsames Bediengerät;
- 10 Fig. 7 ein Ablaufdiagramm eines Umschaltvorgangs zwischen zwei bestimmten Steuerungseinheiten;
- 15 Fig. 8 ein Ablaufdiagramm eines Boot-Vorgangs der Steuerungseinheit, an der das gemeinsame Bediengerät angeschlossen ist;
- 20 Fig. 9 ein Ablaufdiagramm zum Auslösen des Umschaltvorgangs;
- Fig. 10 ein Ablaufdiagramm des Umschaltvorgangs;
- 25 Fig. 11a, 11b schematische Darstellungen zur Visualisierung entfernter Geräte, die im Zuge des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Einsatz kommen;
- Fig. 12 ein Ablaufdiagramm zur Visualisierung; und
- 30 Fig. 13a, 13b schematische Darstellungen von Zuordnungsmöglichkeiten zwischen Bedien- und Handhabungsgerät.

Die Fig. 1 zeigt eine Mehrzahl von Handhabungsgeräten wie Industrieroboter 1.1-1.4, die jeweils an eine zugeordnete Steuerungseinheit 2.1-2.4 zum Steuern des betreffenden Roboters angeschlossen sind. Die Steuerungseinheiten 2.1-2.4 sind untereinander mittels eines echtzeitfähigen Datenbusses 3, z.B. Ethernet, Firewire oder dergleichen zur gezielten Adressierung jeder Einheit verbunden. Ebenfalls an den Datenbus 3 angeschlossen ist beim gezeigten Ausführungsbeispiel ein stationäres Überwachungsgerät 4, beispielsweise ein Leitstand oder Rechner für (Fern-)Wartungszwecke.

Die Steuerungseinheiten 2.1-2.4 sind darüber hinaus über einen zusätzlichen Sicherheitsbus 5 verbunden, über den sicherheitsrelevante Signale simultan an alle angeschlossenen Geräte 2.1-2.4 geschickt werden können.

Weiterhin dargestellt ist in Fig. 1 ein gemeinsames Bediengerät 6, das mit einer beliebigen der Steuerungseinheiten, hier der Einheit 2.3 verbunden ist. Die Steuerungseinheit 2.3 dient dabei als Anschlusspunkt, d.h. sie stellt die Versorgungsspannung, die Datenverbindung, die Bilderzeugung und den Zugang zum Sicherheitsbus 5 zur Verfügung, über den das Bediengerät 6 mit allen Steuerungseinheiten 2.1-2.4 verbunden ist. Über den Sicherheitsbus 5 wirken bestimmte Einstellungen am Bediengerät 6, wie Betriebsart, Not-Aus, Zustimmung, Antriebe Ein-Aus, auf alle weiteren angeschlossenen Steuerungseinheiten 2.1-2.4 bzw. Handhabungsgeräte 1.1-1.4 simultan. Des Weiteren ist das Bediengerät 6 über einen Datenbus 7 und einen Visualisierungsbus 8 mit der Steuerungseinheit 2.3 verknüpft.

Über den Datenbus 7 werden Eingaben, z.B. Tastendrücke, der Bedienperson am Bediengerät 6 in Echtzeit an die Steuerungseinheit 2.3 übertragen. Zusätzlich wird die Kommunikation durch eine Überwachungseinrichtung (Watchdog; Fig. 2)

gesichert: Senden die Steuerungseinheit 2.3 oder das Bediengerät 6 keine Daten mehr, so löst entweder das Bediengerät 6 oder die Steuerungseinheit 2.3 über den Sicherheitsbus 5 einen Bewegungsstop der angeschlossenen Steuerungseinheiten 2.1-2.4 bzw. der Handhabungsgeräte 1.1-1.4 aus.

Die Steuerungseinheit 2.3 nimmt die am Bediengerät 6 erzeugten Steuersignale entgegen und wertet sie in Echtzeit aus. Bewegungsrelevante und damit zeitkritische Steuersignale wie "Start", "Stop" oder Tasten für ein Verfahren von Hand werden dabei mit höherer Priorität bearbeitet als allgemeine, nicht unmittelbar bewegungsrelevante Steuersignale bzw. Bedientasten, um eine schnelle Reaktion der Handhabungsgeräte 1.1-1.4 zu gewährleisten. Zeitkritische Signale entstehen z.B. beim Betätigen spezieller Verfahrntasten am Bediengerät 6, wodurch bewegungsrelevante Steuersignale erzeugt werden. Wird eine solche Verfahrntaste losgelassen, so soll entsprechend ein sofortiger Stillstand des betreffenden Handhabungsgeräts 1.1-1.4 erfolgen. Dagegen sind beispielsweise Visualisierungsdaten nicht zeitkritisch: Erfolgt der Bildaufbau am Bediengerät 6 in gewissem Maße zeitlich verzögert, so hat das auf den Betrieb der Handhabungsgeräte keine negativen Auswirkungen.

Die Steuerungseinheit 2.3 stellt weiterhin eine Verbindung zwischen dem Bediengerät 6 und dem Datenbus 3 her. Eingaben am Bediengerät 6 werden von der Steuerungseinheit 2.3 zielgerichtet zu einer anderen, einem zu bedienenden Handhabungsgerät 1.1-1.4 zugeordneten Steuerungseinheit 2.1, 2.2, 2.4 weitergeleitet. Dabei werden bewegungsrelevante Steuersignale mit höherer Priorität mit einem eigenen Übertragungsprotokoll übertragen, um zum einen die Echtzeitfähigkeit der Übertragung zu garantieren und zum anderen zu verhindern, dass ein Überwachungsgerät 4 ein Handhabungsge-

rät 1.1-1.4 verfahren kann. Die Verbindungen zwischen Steuerungseinheiten über den Datenbus 3 werden ebenfalls durch eine Überwachungseinrichtung (Watchdog; Fig. 2) gesichert.

- 5 Steuersignale mit niedrigerer Priorität, z.B. normale Tasten wie Buchstaben und Zahlen, werden über ein Standardprotokoll, z.B. RDP (Remote Desktop), übertragen. Hierdurch ist garantiert, dass auch ein Überwachungsgerät 4 benutzt werden kann, um Bedienungshandlungen an den Steuerungsein-
- 10 heiten 2.1-2.4 durchzuführen, beispielsweise um diese zu programmieren oder zu konfigurieren. Ein Verfahren der Handhabungsgeräte 1.1-1.4 ist in diesem Fall jedoch unmöglich.
- 15 Um auch eine "entfernte" Steuerungseinheit 2.1, 2.2, 2.4, an der das Bediengerät 6 nicht angeschlossen ist, über das Bediengerät 6 bedienen zu können, was Aufgabe und Zweck der vorliegenden Erfindung beinhaltet, muss das Bediengerät 6 auch die entfernte Bedienoberfläche BOF der entfernten
- 20 Steuerungseinheit anzeigen können. Dies wird durch Steuerungseinheit 2.3 realisiert, d.h. diejenige Steuerungseinheit, an die das Bediengerät 6 angeschlossen ist (vgl. Fig. 2). Alle angeschlossenen Steuerungseinheiten 2.1-2.4 stellen die Darstellung ihrer Bedienoberfläche BOF über ein
- 25 standardisiertes Protokoll wie RDP dem Datenbus 3 zur Verfügung. Die Steuerungseinheit 2.3 ruft über den Datenbus 3 die entsprechenden Daten ab, insbesondere Bilddaten, wandelt sie um und leitet sie über den Visualisierungsbus 8 an das Bediengerät 6 weiter. Aufgrund der Verwendung eines
- 30 Standard-Formats wie RDP kann auch das Überwachungsgerät 4 auf die Bedienoberflächen BOF der einzelnen Steuerungseinheiten 2.1-2.4 zugreifen.

Bei den an das Bediengerät 6 zu übertragenden Visualisierungsdaten handelt es sich um Signale mit niedriger Priorität, wie oben beschrieben.

- 5 Das allgemeine erfindungsgemäße Konzept zur Signal- und Bilddatenübertragung wird im Folgenden anhand der Fig. 2 näher erläutert.

Die Fig. 2 zeigt gestrichelt drei Steuerungseinheiten gemäß
 10 der Fig. 1. Dabei handelt es sich bei der in Fig. 2 links dargestellten Steuerungseinheit 2.3 um diejenige Steuerungseinheit, an die über den Datenbus 3 das gemeinsame Bediengerät 6 angeschlossen ist, wohingegen die beiden anderen Steuerungseinheiten jeweils eine der weiteren Steuerungseinheiten 2.1, 2.2, 2.4 aus Fig. 1 darstellen. Das ge-
 15 meinsame Bediengerät 6 weist nach der in Fig. 2 gezeigten Ausgestaltung eine Eingabeeinheit 6.1, gegebenenfalls mit einer Tastatur, weiteren Bedien- und Anzeigeelementen.

20 Der Datenbus 3 dient der Übertragung von Daten mit höherer Priorität, beispielsweise bewegungsrelevanter Steuersignale, während ein zusätzlicher Bus 3' die angesprochene Übertragung von Daten mit niedrigerer Priorität gewährleistet. Die Busse 3, 3' können, wie in Fig. 2 gezeigt, physisch getrennt ausgebildet oder, wie in der Beschreibung der Fig. 1
 25 ausgeführt, mittels unterschiedlicher Übertragungsprotokolle realisiert sein.

Wie weiterhin in Fig. 2 dargestellt ist, unterteilen sich
 30 die Steuerungseinheiten 2.1-2.4 in jeweils einen Bereich RT (Real Time), der zum Ausführen eines echtzeitfähigen Betriebssystems wie VxWorks, und einen zweiten Bereich NRT (Non Real Time), der zum Ausführen eines nicht-echtzeitfähigen Betriebssystems wie Windows ausgebildet ist.

Zusätzlich weist die Steuerungseinheit 2.3 einen speziellen Treiber 2.3a für das gemeinsame Bediengerät 6 auf. Analog zum Treiber 2.3a der Steuerungseinheit 2.3 umfassen die
 5 weiteren Steuerungseinheiten 2.1, 2.2, 2.4 Bediengerät-Emulatoren 2.Xa.

Darüber hinaus umfasst die Steuerungseinheit 2.3 in ihrem RT-Bereich in Verbindung mit dem Datenbus 3 eine Überwachungseinrichtung 2.3b (Watchdog), eine Wegsteuerungseinrichtung 2.3c sowie eine Verarbeitungseinrichtung 2.3d für bewegungsrelevante Steuersignale. In ihrem nicht-echtzeitfähigen Bereich NRT umfasst die Steuerungseinheit 2.3 weiterhin eine Erkennungseinrichtung 2.3e, eine Warteschlange 2.3f für Eingabesignale, beispielsweise Tastatursignale,
 10 sowie eine Terminaleinrichtung 2.3g zur Darstellung von eigenen oder entfernten Bedienoberflächen BOF bzw. TC1, TC2.

Die entfernten Steuerungseinheiten 2.1, 2.2, 2.4 umfassen gemäß der Fig. 2 in ihrem RT-Bereich jeweils eine Verarbeitungseinrichtung 2.Xd für bewegungsrelevante Signale sowie in ihrem NRT-Bereich jeweils eine Warteschlange 2.Xf, eine Leseeinrichtung 2.Xh zum Lesen von Eingabesignalen aus dem nicht echtzeitfähigen Bus 3' und Terminalserver-Programmen TS1, TS2 zum Ausführen einer Bedienoberfläche BOF auf
 20 der entsprechenden Steuerungseinheit 2.1, 2.2, 2.4.

Weiterhin umfasst die Steuerungseinheit 2.3 eine Umschalt-einrichtung 2.3i, die (Tastatur-)Signale von der Warteschlange 2.3f erhält und auf die Terminaleinrichtung 2.3g zur Auswahl eines aktiven Darstellungsbereichs TC1, TC2, BOF einwirkt. Eine weiterhin enthaltene Auswahleinrichtung 2.3k ist direkt mit der Bestätigungseinrichtung 6.3 des Bediengeräts 6 verbunden.
 30

In den Bereichen RT der Steuerungseinheiten 2.1-2.4 erfolgt die Übertragung und Verarbeitung von Echtzeitdaten, wie bewegungsrelevanten Steuersignalen, während in den Bereichen NRT nur solche Daten übertragen bzw. verarbeitet werden, die keine Behandlung in Echtzeit erfordern, beispielsweise Visualisierungsdaten.

Der Treiber 2.3a der Steuerungseinheit 2.3 kommuniziert über ein CAN-Protokoll (Controller Area Network-Protocol) mit dem Bediengerät 6. Im Gegensatz zu bekannten gattungsmäßigen Verfahren bzw. Vorrichtungen werden jedoch die vom Bediengerät 6 erzeugten Steuersignale, z.B. durch Tastendrucke, nicht unmittelbar an den RT-Bereich der Steuerungseinheit 2.3 bzw. der Steuerungseinheiten 2.1-2.4 weitergeleitet, sondern erfindungsgemäß in drei Gruppen unterteilt:

Durch das Bediengerät 6 erzeugte Signale werden vom Treiber 2.3a an die Warteschlange 2.3f im NRT-Bereich der Steuerungseinheit 2.3 übertragen. Die Signale stehen in damit im NRT-Bereich allen Programmen zur Verfügung, beispielsweise Terminalclient-Programmen TC1, TC2. Diese dienen der Darstellung entfernter Bedienoberflächen und sind aufgrund ihrer Verknüpfung mit Terminalclient-DLLs TC-DLL (Dynamic Link Libraries) in der Lage, spezielle Steuersignale, z.B. Auswahlsignale für bestimmte Handhabungsgeräte und/oder Steuerungseinheiten, abzufangen und diese über den nicht echtzeitfähigen Bus 3' an die entsprechende entfernte Steuerungseinheit 2.1, 2.2, 2.4 zu übertragen. Wenn ein Terminalclient-Programm Eingabesignale empfängt, so überträgt es diese an den entsprechenden Terminalserver TS1, TS2 auf der entsprechenden Steuerungseinheit 2.1, 2.2, 2.4, auf dem die entsprechende Bedienoberfläche BOF der entfernten Steuerungseinheit 2.1, 2.2, 2.4 läuft.

Werden durch eine Bedienperson am Bediengerät 6 bewegungsrelevante Signale erzeugt, beispielsweise durch Drücken von speziellen Bewegungstasten, so überträgt die Steuerungseinheit 2.3 diese bewegungsrelevanten Signale parallel zur angesprochenen Übertragung in den NRT-Bereich der Steuerungseinheit 2.3 an die Verarbeitungseinrichtung 2.3d, 2.Xd im RT-Bereich der Vorrichtung, d.h. an die Verarbeitungseinrichtung der ausgewählten Steuerung. Die Adressierung der richtigen Verarbeitungseinrichtung 2.3d, 2.Xd erfolgt über die TCP/IP-Adresse der zugehörigen Steuerungseinheit 2.1-2.4. Die Signalverarbeitung im RT-Bereich der Vorrichtung erfolgt in herkömmlicher Weise zur Bewegungssteuerung der Handhabungsgeräte 1.1-1.4 (Fig. 1). Die Übermittlung an die entsprechende Bedienoberfläche BOF der Steuerungseinheit 2.3 bzw. 2.1, 2.2, 2.4 erfolgt über die Warteschlange 2.3f bzw. den Bus 3' und den entsprechenden Terminalserver TS1, TS2.

Die Verarbeitungseinrichtung 2.3d, 2.Xd unterscheidet zwischen der Steuerungseinheit 2.3 bzw. den entfernten Steuerungseinheiten 2.1, 2.2, 2.4: Nur für den Fall, dass die Verarbeitungseinrichtung 2.3d der Steuerungseinheit 2.3 ein bewegungsrelevantes Signal erhält, gibt sie dieses in der oben beschriebenen Weise an den NRT-Bereich der ausgewählten Steuerungseinheit weiter. Die Verarbeitungseinrichtungen 2.Xd der entfernten Steuerungseinheiten 2.1, 2.2, 2.4 leiten dagegen die Signale nicht an den NRT-Bereich der entsprechenden Steuerungseinheit 2.1, 2.2, 2.4 weiter. Auf diese Weise ist ausgeschlossen, dass eine Steuerungseinheit Steuersignale auf zweierlei Wegen, nämlich über den Terminalserver und die Verarbeitungseinheit erhält, was zu Steuerungskonflikten führen könnte. D.h. in den Steuerungseinheiten 2.1, 2.2, 2.4 findet keine Signalübertragung zwi-

schen dem RT-Bereich und dem NRT-Bereich der betreffenden Steuerungseinheit statt.

Wenn durch ein Bediengerät 6 ein Auswahl- oder Umschaltsignal erzeugt wird, beispielsweise durch Drücken einer oder mehrerer ausgewählter Tasten, so sendet der Treiber 2.3a ein Signal an die Umschalteinrichtung 2.3i. Diese Einrichtung, die in der Regel software-technisch ausgebildet ist, springt zwischen der lokalen Bedienoberfläche BOF der Steuerung 2.3 und gegebenenfalls weiteren, in der Terminaleinrichtung 2.3g dargestellten Terminalclients TC1, TC2, die den Bedienoberflächen der anderen Steuerungseinheiten 2.1, 2.2, 2.4 darstellen, hin und her (Fig. 5, 6). Wenn die Umschalteinrichtung 2.3i zu einem anderen Terminalclient TC1, TC2 oder der lokalen Bedienoberfläche BOF springt, so gelangt die entsprechende Anwendung in den Fokus des NRT-Betriebssystems der Steuerungseinheit 2.3. Eine solche Fokusverschiebung wird durch die Erkennungseinrichtung 2.3e erkannt, welche den Treiber 2.3a über die Fokusverschiebung informiert und eine IP-Adresse des betreffenden RT-Bereichs der zugeordneten Steuerungseinheit 2.1-2.4 bzw. der entsprechenden Verarbeitungseinrichtung 2.3d, 2.Xd an die Wegsteuerungseinrichtung 2.3c übermittelt. Nach Maßgabe der Wegsteuerungseinrichtung 2.3c "entkoppelt" der Treiber 2.3a vom RT-Bereich der bisher aktiven Steuerungseinheit 2.1-2.4 und wird übermittlungstechnisch mit dem der genannten IP-Adresse entsprechenden RT-Bereich der neu ausgewählten Steuerungseinheit 2.1-2.4 verbunden.

Auf diese Weise kann eine Bedienperson sogar standardisierte Eingabegeräte, wie eine herkömmliche Tastatur oder Maus verwenden, um zwischen den Anwendungen, d.h. den Terminalclients TC1, TC2 und der lokalen Bedienoberfläche BOF hin und her zu springen, ohne dabei Gefahr zu laufen, dass eine bestimmte Bedienoberfläche angezeigt wird, während eine an-

dere Bedienoberfläche bzw. eine andere Steuerungseinheit ausgewählt ist: Das System ist nach Maßgabe durch das aktive Fenster (das im Fokus des NRT-Betriebssystems der Mastersteuerung 2.3 befindliche Anwendungsprogramm TC1, TC2, BOF) synchronisiert und nicht durch einen Tastendruck (Signalerzeugung) am Bediengerät 6.

Im gewöhnlichen Betrieb überprüft jede Steuerungseinheit 2.1-2.4, ob an ihr ein gemeinsames Bediengerät 6 angeschlossen ist, bevor Antriebseinheiten eines zugehörigen Handhabungsgeräts 1.1-1.4 (Fig. 1) freigegeben werden. Da die Steuerungseinheiten 2.1, 2.2, 2.4 nicht direkt mit einem Bediengerät 6 verbunden sind, ist es erforderlich, derartige Sicherheitsvorkehrungen auszuschalten. Diese Aufgabe übernehmen die Bediengerät-Emulatoren 2.Xa der Steuerungseinheiten 2.1, 2.2, 2.4, die die Anwesenheit eines gemeinsamen Bediengeräts 6 an der Steuerungseinheit 2.3 über den Bus 3 erfassen und entsprechende Steuersignale zur Ausschaltung der angesprochenen Schutzvorkehrungen an ihre Steuerungseinheit 2.1, 2.2, 2.4 senden.

Eine Sicherheitsüberwachung der vom Benutzer getätigten Auswahl von Steuerungseinheiten bzw. Handhabungsgeräten wird erfindungsgemäß sowohl hard- als auch software-technisch realisiert. Die Hardware-Komponente umfasst insbesondere den Sicherheitsbus 5.

Die Fig. 3 zeigt eine im Wesentlichen der bereits erläuterten Fig. 1 entsprechende Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Systems mit Handhabungsgeräten 1.1-1.4 sowie zugeordneten Steuerungseinheiten 2.1-2.4, die über einen Datenbus 3 und einen Sicherheitsbus 5 verbunden sind. Auch hier ist am Datenbus ein stationäres Überwachungsgerät 4 vorgesehen. Im Gegensatz zur Fig. 1 ist beim Ausführungsbeispiel der Fig. 3 ein gemeinsames Bediengerät 6 direkt am Daten- und am Si-

cherheitsbus 3 bzw. 5 angeschlossen. In diesem Fall greift das Bediengerät 6 über den Bus direkt auf eine der Steuerungseinheiten 2.1-2.4 zu. Eine solche Ausgestaltung setzt ein komplexeres Bediengerät 6 voraus, da dieses die unterschiedlichen Protokolle für die Visualisierung der Termi-
 5 naleinrichtung der Mastersteuerung und für die Bedienung selbst implementieren muss. Zudem muss das Bediengerät 6 selbständig die direkte Anbindung an den Datenbus 3 realisieren.

10

Die in der Fig. 4 dargestellte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Systems entspricht ebenfalls im Wesentlichen dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1, jedoch kommunizieren die Steuerungseinheiten 2.1-2.4 ähnlich wie in Fig. 2 über
 15 zwei physikalisch getrennte Datenbusse 3, 3', anstatt unter Verwendung zweier verschiedener Protokolle über einen gemeinsamen Datenbus zu kommunizieren. Die Datenbusse 3, 3' trennen zeitkritische, beispielsweise unmittelbar bewegungsrelevante Daten von nicht zeitkritischen Daten somit
 20 auch physikalisch und übertragen diese auf getrennten Kanälen. Der Einsatz von zwei getrennten Datenbussen 3, 3' vermeidet somit die softwaremäßige Regelung der Prioritäten beim Datenverkehr über einen Bus.

25

Darüber hinaus zeigt die Fig. 4 noch eine Überwachungseinrichtung 3'', die zum Überwachen der Funktionsfähigkeit und des Zielortes der getrennten Datenkanäle ausgebildet ist, um sicherzustellen, dass eine Bedienperson auch das Handhabungsgerät bedient, dessen Bedienoberfläche sie sieht.

30

Die grundlegende Unterscheidung, welche Daten zeitkritisch sind, trifft entweder das Bediengerät 6 (wenn es sich um ein direkt am Bus angeschlossenenes Gerät handelt; Fig. 3) oder die Steuerungseinheit 2.3, an der das Bediengerät 6
 35 angeschlossen ist (Fig. 1, 4).

Die Fig. 5 und 6 illustrieren das Auswählen einer bestimmten Steuerungseinheit 2.1-2.4 durch eine Bedienperson mittels des Bediengeräts 6. Dazu drückt die Bedienperson am

5 Bediengerät 6 eine spezielle Taste oder Tastenkombination, wodurch ein Auswahlsignal erzeugt wird. Dieses bewirkt gemäß der Ausgestaltung der Fig. 5, dass die Bedienung von einer aktuellen Steuerungseinheit zur nächsten Steuerungseinheit wechselt (in Fig. 5 durch Pfeile P, P') dargestellt). Der Wechsel ist gleichbedeutend mit einer Fokusänderung in der Terminaleinrichtung 2.3g der Steuerungseinheit 2.3 (vgl. Fig. 2). Einer Bedienperson ist es somit möglich, sehr schnell von einer Steuerungseinheit zur nächsten zu wechseln. Der Wechsel erfolgt intern durch zyklisches Abarbeiten von Listen, so dass um eine Umschaltreihenfolge immer gleich ist. Steht eine der Steuerungseinheiten, wie in Fig. 5 beispielhaft die Einheit 2.3, gerade nicht zur Verfügung, so wird sie bei der Anwahl übersprungen (gestrichelte Linien P') und das Bediengerät greift anhand von Steuerungseinheit 2.1 direkt auf Steuerungseinheit 2.4 zu (durchgezeichneter Pfeil P'). Eine solche Wechsel-
 20 technik beschleunigt die Auswahl insbesondere bei kleineren Installationen mit wenigen Steuerungseinheiten.

25 Die Fig. 6 zeigt in alternativer Ausgestaltung die Auswahl von Steuerungseinheiten durch gezieltes Anwählen. In diesem Fall ruft die Bedienperson über das Bediengerät 6 einen Dialog auf, in dem alle zur Verfügung stehenden Steuerungseinheiten aufgelistet sind. So ist es durch gezielte Auswahl möglich, direkt zu einer bestimmten Einheit zu springen. Dies ist vor allem bei größeren Installationen sinnvoll.
 30

Fig. 7 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Umschaltvorgangs zwischen Steuerungseinheiten. Nach einem Einleiten des Um-
 35

schaltvorgangs in Schritt S11 erfolgt in Schritt S12 eine Abfrage, ob die betreffenden Handhabungsgeräte zur Zeit in einem Automatikmodus verfahren werden. Der Umschaltvorgang ist abhängig von der Betriebsart. So soll beispielsweise im Automatikmodus von Steuerungseinheit zu Steuerungseinheit gewechselt werden können, ohne dass ein Handhabungsgerät gestoppt wird, beispielsweise um Ausgaben eines bestimmten Steuergeräts zu inspizieren. Im Automatikmodus verfahren die Handhabungsgeräte autonom, so dass ein Umschalten zu einer anderen Steuerung nicht zu einem Verlust der Kontrolle führt.

Befindet sich das System nicht im Automatikmodus, so wird das bisherige Handhabungsgerät gestoppt (Schritt S13). Befindet sich die Anlage nicht im Automatikmodus oder ist im Automatikmodus ein Handfahrbetrieb überlagert (Abfrage in Schritt S12'), so ist es möglich, dass eine Bedienerperson gerade ein Handhabungsgerät verfährt und während des Verfahrens umschaltet, so dass die Kontrolle über das betreffende Handhabungsgerät verloren geht, da sich Bedienvorgänge erfindungsgemäß nach dem Umschalten auf eine andere Steuerungseinheit auswirken. Aus diesem Grund muss das per Hand verfahrenene Handhabungsgerät vor dem Umschalten unbedingt gestoppt werden (Schritt S13).

Unabhängig von der Betriebsart muss ein Zustand der Eingabeeinrichtungen (Tasten) am Bediengerät vor dem Umschalten zunächst auf "nicht gedrückt" gesetzt werden, um zu verhindern, dass die Anlage gestoppt wird (Schritt S14). Mit dem Drücken einer Taste am Bediengerät wird die Überwachungseinrichtung 2.3b (Watchdog; Fig. 2) aktiviert. Der Watchdog wird deaktiviert, wenn keine Taste am Bediengerät mehr gedrückt ist. Damit der Watchdog beim Umschalten nicht anspricht, muss also zunächst die Information "keine Taste mehr gedrückt" gesendet werden (Schritt S14). Andernfalls

reagiert der Watchdog auf das Umschalten wie auf einen Verlust der Verbindung bei anstehenden Steuersignalen. Erst nach dem Abstoppen des Handhabungsgeräts und dem Zurücksetzen des Tastenzustandes kann die Verbindung zu dem betreffenden Handhabungsgerät geschlossen (Schritt S15) und eine
 5 Verbindung zu einem anderen Handhabungsgerät hergestellt werden (Schritt S16).

Die Fig. 8 zeigt ein Ablaufdiagramm des Boot-Vorgangs der
 10 Steuerungseinheit, an der das gemeinsame Bediengerät angeschlossen ist. Nachdem die betreffende Steuerungseinheit (Fig. 1, 2, 4: Steuerungseinheit 2.3) das Betriebssystem gebootet hat (Schritt S21), versucht sie, Verbindungen zu den anderen Steuerungseinheiten 2.1, 2.2, 2.4 herzustellen.
 15 Das geschieht anhand einer gespeicherten Liste, z.B. einer Adressenliste. Die Steuerungseinheit 2.3 arbeitet diese Liste der Reihe nach ab und prüft in Schritt S22, ob eine weitere Steuerungseinheit 2.1, 2.2, 2.4 über den Bus ansprechbar ist. Ist dies der Fall, und existiert noch keine
 20 Verbindung zu einer solchen Steuerungseinheit, so wird eine Verbindung aufgebaut und "geparkt" (Schritte S23, S24), d.h. die Verbindung besteht, es werden jedoch keine oder nur wenige Daten ausgetauscht. Ist die entsprechende andere Steuerungseinheit dagegen nicht über den Bus erreichbar, so
 25 wird geprüft, ob die Steuerungseinheit zuvor verfügbar war (Schritt S25). In diesem Fall wird in Schritt S26 eine bestehende geparkte Verbindung geschlossen, und die nächste in der Liste verzeichnete Steuerung wird auf Verfügbarkeit überprüft. Anschließend wird der Vorgang mit Schritt S22
 30 beginnend zyklisch wiederholt.

Mit Hilfe dieses Verfahrens können die Steuerungseinheiten in beliebiger Reihenfolge ein- oder ausgeschaltet werden, ohne dass eine Bedienerperson die Möglichkeit verliert, auf
 35 eine bestimmte Steuerungseinheit umzuschalten. Auch im Fal-

le von Netzfehlern stehen die Steuerungseinheiten der Bedienperson kurzfristig über das Bediengerät wieder zur Verfügung.

- 5 Die Fig. 9 verdeutlicht anhand eines Ablaufdiagramms das Auslösen eines Umschaltvorgangs für den Fall geparkter Verbindungen. Diese sind fest mit einer Anwendung zur Darstellung (Visualisierung) einer entfernten Bedienoberfläche BOF verknüpft (vgl. Fig. 2). Für die entfernte Bedienoberfläche BOF stellt diese Anwendung (Terminaleinrichtung; Fig. 10 2) ein Fenster im NRT-Bereich der Mastersteuerung zur Verfügung. Für dasjenige Fenster, das gerade den Fokus hat (und unter Windows auf dem Desktop ganz vorne liegt) und deshalb von der Bedienperson an der Mastersteuerung bzw. am 15 Bediengerät gesehen wird, muss die Verbindung aktiviert werden.

- Prinzipiell bieten sich der Bedienperson mehrere Möglichkeiten, um die Verbindung zu einer anderen Steuerungseinheit herzustellen: Möglich ist eine sprunghafte oder gezielte Auswahl am Bediengerät. (Schritt S31; vgl. Fig. 5, 6) 20 oder das Ausnutzen einer bestimmten (herkömmlichen) Betriebssystemfunktion zum Umschalten auf ein bestimmtes Fenster, z.B. Drücken von "Alt" + "Tab" unter Windows (Schritt S31'). Da auch in letzterem Fall die Umschaltung zu einer anderen Steuerungseinheit funktionieren muss, ist die Umschaltung erfindungsgemäß nicht mit einer speziellen Tastenkombination, sondern mit dem Fokus auf ein bestimmtes Fenster verknüpft, der in Schritt S32 festgestellt wird.
- 30 Über das fokussierte Fenster prüft die Mastersteuerung zunächst, ob es sich um die Darstellung einer entfernten Bedienoberfläche/Steuerungseinheit handelt (Schritt S33). Ist dies der Fall, und visualisiert dieses Fenster tatsächlich eine andere Steuerungseinheit als das aktuell angezeigte 35 Fenster, so wird in Schritt 35 der Umschaltvorgang ausge-

löst. Andernfalls (Schritt 34) bleibt die gegenwärtige Verbindung bestehen.

Die Fig. 10 verdeutlicht den Ablauf des eigentlichen Umschaltvorgangs, wobei Schritt S41 an den bereits erläuterten Schritt 35 (Fig. 9) anschließt und zunächst eine Verbindung zu der ausgewählten Steuerungseinheit herstellt. Anschließend wird über den nicht-echtzeitfähigen Datenkanal 3' (Fig. 4) bzw. mittels des entsprechenden Protokolls eine Verbindung zu der entfernten Steuerungseinheit aufgenommen (Schritt S42). Konnte die Verbindung aufgenommen werden (Schritt S43), so wird in Schritt S44 versucht, die Echtzeit-Datenverbindung herzustellen (Datenbus 3; Fig. 4). Anschließend erfolgt in Schritt S45 eine Überprüfung, ob beide Datenverbindungen auf derselben entfernten Steuerungseinheit enden. Hierfür kommen mehrere Verfahren in Betracht:

- Überprüfung anhand von gespeicherten Listen, ob die Zieladressen auf der gleichen Steuerungseinheit enden;
- Senden eines zufällig gewählten Codes auf dem einen Datenkanal, der von der Gegenstelle entgegengenommen und auf dem anderen Datenkanal zurückgesendet wird. Bekommt die ursprünglich sendende Steuerungseinheit ihren Code innerhalb einer kurzen Zeit auf dem anderen Kanal zurück, so sind beide Datenkanäle mit der gleichen Steuerungseinheit verbunden.

Enden die Datenkanäle nicht auf derselben Steuerungseinheit, so werden in Schritt S46 alle Verfahrensfunktionen (Funktionen, die auf über den Echtzeit-Datenkanal gesendeten Signale beruhen) gesperrt, und es wird eine Fehlermeldung über den nicht-echtzeitfähigen Datenkanal generiert (Schritt S47). Abschließend wird, wie auch im Falle einer

bejahten Abfrage S45, in Schritt S48 die Bedienung freigegeben, um der Bedienperson die Arbeit mit der Steuerungseinheit zu ermöglichen.

- 5 Die Fig. 11a und 11b verdeutlichen die Visualisierung einer entfernten Steuerungseinheit 2.1, 2.2, 2.4 (Fig. 2) durch die Steuerungseinheit 2.3 bzw. das gemeinsame Bediengerät 6. Die Visualisierung erfolgt auf dem Bediengerät 6 bzw. der Terminal-Einrichtung 2.3g der Mastersteuerung 2.3
- 10 mit Hilfe eines speziellen Programms, z.B. Microsoft Remote Desktop. Dieses Programm stellt den kompletten Bildschirm bzw. die komplette Bedienoberfläche der entfernten Steuerungseinheit dar und ist unabhängig von der auf der entfernten Einrichtung laufenden Software. Dadurch können ver-
- 15 schiedene Geräte bedient werden, solange sie dieses spezielle Programm unterstützen. Prinzipiell sind zum Realisieren der Visualisierung zwei Vorgehensweisen möglich:

- In Fig. 11a wird für jede entfernte Steuerungseinheit 2.1, 2.2 eine Verbindung V_1 , V_2 über den nicht-echtzeitfähigen Datenbus 3' (Fig. 2) aufgebaut und permanent gehalten, d.h.
- 20 die entfernten Steuerungseinheiten 2.1, 2.2 stellen sich auf dem Bediengerät 6 bzw. 6.1 und/oder auf der Terminal-Einrichtung 2.3g der Steuerungseinheit 2.3 als ein Stapel von übereinanderliegenden Fenstern dar. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, dass die Umschaltzeiten sehr kurz sind, da zum Umschaltzeitpunkt keine neuen Verbindungen aufgebaut werden müssen. Verbindungen müssen allerdings
- 25 permanent überwacht werden, um tote Verbindungen, wie sie z.B. durch Abschalten einer entfernten Steuerungseinheit 2.1, 2.2 entstehen, zu erkennen und bei Bedarf im Hintergrund wieder neu aufzubauen.
- 30

- In der Fig. 11b ist eine alternative Ausgestaltung gezeigt,
- 35 bei der jeweils nur eine Visualisierungsverbindung V aktu-

ell aufgebaut wird. Beim Umschalten wird die aktuelle Verbindung V abgebaut und eine neue Verbindung V aufgebaut. Diese Variante bedingt längere Umschaltzeiten, kommt jedoch ohne die genannten Verbindungsüberwachungen aus.

5

Die Fig. 12 zeigt die bis zur Darstellung auf dem Bediengerät 6 ablaufenden Verarbeitungsschritte für die darzustellenden Bilddaten. Eine beliebige Anwendung, beispielsweise der oben genannte Microsoft Remote Desktop, übergibt Darstellungsbe-
 10 stellungsbe-
 fehle an eine entsprechende Schnittstelle des Betriebssystems, z.B. Windows im Falle des NRT-Bereichs (Fig. 2), einer Steuerungseinheit 2.1-2.4. Bei den Darstellungsbe-
 15 fehlen kann es sich beispielsweise um die graphische Darstellung einer Schaltfläche, einer Linie oder dergleichen handeln. Das Betriebssystem bereitet dieses Kommandos auf, indem es detaillierte Anweisungen an den Graphikkarten-Treiber schickt, hier z.B. Darstellung eines Kästchens, einer Hintergrundfarbe, einer Beschriftung usw. Der Graphikkarten-Treiber wandelt diese Informationen in Pi-
 20 xel-Informationen um und schreibt sie in die Graphikkarte (Schritte S51-S54).

Eine Vielzahl verfügbarer Programme zur Darstellung von entfernten Rechnern (Steuerungseinheiten) greifen Situations-
 25 en erst auf der Graphiktreiber-Ebene ab (Schritt S53), d.h. es werden sehr viele Pixel-Informationen übertragen, die das Datenvolumen aufblähen und die Datenübertragung verzögern. Bei dem erfindungsgemäßen System werden die Daten dagegen auf der Graphik-Schnittstellenebene des Betriebssystems abgefangen (Schritt S52) und über Ethernet an
 30 das Zielsystem (die Mastersteuerung 2.3) übertragen, wobei noch Datenkompressions- und Datendekompressions-Schritte (Schritte S55, S56) zwischengeschaltet sind. Dadurch wird das Datenvolumen drastisch reduziert, da bei gleicher Über-
 35 tragungsrate pro Zeiteinheit wesentlich mehr Kommandos als

Pixel-Informationen übertragen werden. Die Übertragung als Pixel-Informationen ist lediglich noch zur Darstellung von Bildern notwendig. Die Schritte S55 und S56 ermöglichen eine Bedienung des Systems auch über eine langsame Modemver-

5 bindung.

Die Gegenstelle (Terminaleinrichtung 2.3g und/oder Bediengerät 6) nimmt die Daten entgegen (Schritt S57), wobei sie gegebenenfalls transformiert werden, wenn z.B. die Farbtiefe oder Auflösung von sendendem und empfangendem System unterschiedlich sind. Anschließend werden die Daten in herkömmlicher Weise über die Betriebssystem-Schnittstelle, den Graphikkarten-Treiber und die Graphikkarte zur Anzeige gebracht (Schritte S58-S60). Es ist damit erfindungsgemäß

10

15 grundsätzlich möglich, die Steuerungseinheiten ganz ohne Graphikkarten zu betreiben, wenn die Visualisierung komplett vom Bediengerät übernommen wird. Zumindest für Diagnosezwecke sind Graphikkarten in den Steuerungen jedoch weiterhin sinnvoll.

20

Um eine sichere Bedienung mehrerer Steuerungseinheiten mit einem gemeinsamen Bediengerät zu erlauben, muss es eine für die Bedienperson ersichtliche Zuordnung zwischen Bediengerät und Steuerungseinheit bzw. Handhabungsgerät geben. Dies ist in den Fig. 13a und 13b dargestellt.

25

Gemäß der Fig. 13a ist jedes Handhabungsgerät optisch wirksam markiert, z.B. durch Anbringen farbiger Streifen. Die Bedienoberfläche, wie sie erfindungsgemäß auf dem gemeinsamen Bediengerät 6 bzw. auf dessen Eingabe- und Anzeigeeinheit 6.1 angezeigt wird, spiegelt die Markierung des Handhabungsgeräts wider, mit dem es momentan verbunden ist. Dies setzt voraus, dass die Markierungen M1, M2, M3 der Handhabungsgeräte 1.1, 1.2, 1.3 auf die Software-

30

35 Konfiguration der Steuerungseinheit (nicht dargestellt) ab-

gestimmt sind. Statt einer farbigen Markierung kann auch ein beliebiges Symbol benutzt werden, mit dem die auf dem Bediengerät 6 dargestellte Bedienoberfläche hinterlegt wird.

5

Die Fig. 13b zeigt eine weitere, zusätzlich oder alternativ einsetzbare Identifikationsmöglichkeit für Handhabungsgeräte 1.1-1.3. Jedes Handhabungsgerät 1.1-1.3 besitzt einen Signalgeber S, beispielsweise eine Lampe oder ein LED-Band.

10

Wählt die Bedienperson am Bediengerät 6 eine Steuerungseinheit (nicht dargestellt) an, so leuchtet der entsprechende Signalgeber S. Es kann sich bei dem Signalgeber S jedoch auch um einen akustischen Signalgeber oder einen kombinierten akustisch-optischen Signalgeber handeln. Eine derartige Ausgestaltung hat den Vorteil, dass kein Gerät auf eine extern angebracht Markierung abgestimmt werden muss, so dass eine Fehlkonfiguration weitgehend ausgeschlossen ist.

15

KUKA Roboter GmbH
Blücherstraße 144

86165 Augsburg

19990.6/03 Le/Nu/ma/jk/zl
26. März 2003

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern einer Mehrzahl von Handhabungsgeräten mit einer Anzahl von Steuerungseinheiten, die den Handhabungsgeräten zugeordnet sind, so dass jede Steuerungseinheit mindestens ein Handhabungsgerät steuert, dadurch gekennzeichnet, dass ein Bediengerät auf mehrere Steuerungseinheiten zur Steuerung der Handhabungsgeräte zugreift.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Bediengerät für eine Bewegungssteuerung der betreffenden Handhabungsgeräte unmittelbar geeignete Steuersignale (bewegungsrelevante Steuersignale) erzeugt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die bewegungsrelevanten Steuersignale über eine erste Übertragungseinrichtung an einen Bereich der zugeordneten Steuerungseinheit weitergeleitet werden, der für ein Verarbeiten von bewegungsrelevanten Steuersignalen

in Echtzeit ausgebildet ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Bediengerät weitere, nicht unmittelbar bewegungsrelevante Steuersignale erzeugt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die weiteren Signale ausschließlich an eine in einem nicht echtzeitfähigen Bereich einer Steuerungseinheit vorhandene, zum Darstellen von Bedienoberflächen verschiedener Steuerungseinheiten ausgebildete Terminal-einrichtung weitergeleitet werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuersignale über eine zweite Übertragungseinrichtung an einen Bereich der zugeordneten Steuerungseinheit weitergeleitet werden, der für ein Verarbeiten von Daten in Nicht-Echtzeit ausgebildet ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass durch das Bediengerät die Bedienoberfläche der Steuerungseinheit des ausgewählten Handhabungsgeräts dargestellt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Darstellung graphisch erfolgt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass zum Identifizieren ausgewählter Handhabungsgeräte eine Bezeichnung der Handhabungsgeräte am Bediengerät angezeigt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass zum Identifizieren der ausgewählten Handhabungsgeräte

eine an dem betreffenden Handhabungsgerät vorhandene, optisch wirksame Markierung am Bediengerät angezeigt wird.

- 5 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass zum Identifizieren der ausgewählten Handhabungsgeräte ein an dem betreffenden Handhabungsgerät vorhandener akustischer und/oder optischer Signalgeber aktiviert wird.

10

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass Bildinhalte der den ausgewählten Handhabungsgeräten zugeordneten Steuerungseinheit digital an das Bediengerät übertragen werden.

15

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass Daten der Bildinhalte vor der Übertragung komprimiert werden.

20

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass Standardbildelemente als Steuerbefehle übertragen und vom Bediengerät selbständig dargestellt werden.

25

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass Bildinhalte als Pixeldaten übertragen werden.

30

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Übertragung bewegungsrelevanter Signale über die erste Übertragungseinrichtung durch eine erste Überwachungseinrichtung kontrolliert wird, wobei bei einer Unterbrechung der Übertragung durch die Überwachungseinrichtung ein bewegungsrelevantes

tes Steuersignal erzeugt wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildinhaltsdaten und vom Bediengerät erzeugte Steuersignale einem gleichen Kanal übertragen werden.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildinhaltsdaten und vom Bediengerät erzeugte Steuersignale auf unterschiedlichen Kanälen übertragen werden, wobei Funktion und Zielort der Kanäle durch eine zweite, gegenseitige Überwachungseinrichtung kontrolliert werden.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass das über die ausgewählte Steuerungseinheit mit dem Bediengerät verknüpfte Handhabungsgerät durch einen optischen und/oder akustischen Signalgeber angezeigt wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Signalgeber bezüglich seiner Funktionsfähigkeit durch eine Überwachungseinrichtung überwacht wird.

21. Vorrichtung zum Steuern einer Mehrzahl von Handhabungsgeräten, mit einer Mehrzahl von Steuerungseinheiten, die den Handhabungsgeräten zugeordnet sind, so dass jede Steuerungseinheit mindestens ein Handhabungsgerät steuert, gekennzeichnet durch ein gemeinsames, mit zumindest einer bestimmten verbindbares Bediengerät (6) zum Bedienen der Handhabungsgeräte (1.1, 1.2, 1.3, 1.4).

22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungseinheiten (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) je-

weils in für das Ausführen eines echtzeitfähigen und eines nicht echtzeitfähigen Betriebssystems eingerichtete Bereiche (RT bzw. NRT) unterteilt sind.

5 23. Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet,
dass die echtzeitfähigen Bereiche (RT) der Steuerungseinheiten (2.1-2.4) zur Verarbeitung von für eine Bewegungssteuerung der betreffenden Handhabungsgeräte
10 (1.1-1.4) unmittelbar geeigneten Steuersignalen
(bewegungsrelevante Steuersignale) ausgebildet sind.

15 24. Vorrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet,
dass die echtzeitfähigen Bereiche (RT) der Steuerungseinheiten (2.1-2.4) über eine erste Übertragungseinrichtung (3) und die nicht echtzeitfähigen Bereiche (NRT) der Steuerungseinheiten (2.1-2.4) über eine
zweite Übertragungseinrichtung (3') verbunden sind.

20 25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Steuerungseinheit (2.3) in ihrem nicht echtzeitfähigen Bereich (NRT) eine Terminaleinrichtung (2.3g) zum Darstellen von Bedienoberflächen (BOF) verschiedener Steuerungseinheiten (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) aufweist.

25 26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Steuerungseinheit (2.3) eine Erkennungseinrichtung (2.3e) zum Erkennen einer der ausgewählten Handhabungsgeräte (1.1-1.4)
30 steuernden Steuerungseinheit (2.1-2.4) aufweist.

35 27. Vorrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Erkennungseinrichtung (2.3e) aufweisende Steuerungseinheit (2.3) eine Wegsteuerungseinrichtung (2.3c) aufweist, auf die durch die Erkennungsein-

richtung (2.3e) einwirkbar ist, so dass die bewegungsrelevanten Steuersignale über die erste Übertragungseinrichtung (3) an die den ausgewählten Handhabungsgeräten (1.1-1.4) zugeordnete Steuerungseinheit (2.1-2.4) weiterleitbar sind.

28. Vorrichtung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass die bewegungsrelevanten Steuersignale parallel zu einer Übertragung an die zugeordnete Steuerungseinheit (2.1-2.4) an die Terminaleinrichtung (2.3g) weiterleitbar sind.

29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 25 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass weitere vom Bediengerät (6) erzeugte, nicht unmittelbar bewegungsrelevante Steuersignale ausschließlich an die Terminaleinrichtung (2.3g) weiterleitbar sind.

30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 25 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass alle Steuersignale zwischen der Terminaleinrichtung (2.3g) und einer Bedienoberfläche (BOF) der zugeordneten Steuerungseinheit (2.1-2.4) über die zweite Übertragungseinrichtung (3') kommunizierbar sind.

31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass das Bediengerät (6) eine Anzeigeeinrichtung (6.1) zum Darstellen von Bedienoberflächen (BOF) verschiedener Steuerungseinheiten (2.1-2.4) aufweist.

32. Vorrichtung nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, dass das Bediengerät (6) zum Visualisieren von Bedienoberflächen (BOF) verschiedener Steuerungseinheiten

ten (2.1-2.4) ausgebildet ist.

- 5 33. Vorrichtung nach Anspruch 31 oder 32, dadurch gekennzeichnet, dass am Bediengerät (6) jeweils die Bedienoberflächen (BOF) der zugeordneten Steuerungseinheit (2.1-2.4) dargestellt ist.
- 10 34. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 33, dadurch gekennzeichnet, dass Darstellungs-, Steuerungs- und/oder Sicherheitssignale auf einem Bus/Datenkanal übertragbar sind.
- 15 35. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 31 bis 34, dadurch gekennzeichnet, dass Darstellungs- und Steuersignale zwischen den Steuerungseinheiten (2.1-2.4) und dem Bediengerät (6) auf einem gemeinsamen Datenkanal übertragbar sind.
- 20 36. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 31 bis 35, dadurch gekennzeichnet, dass Darstellungs- und Steuersignale zwischen den Steuerungseinheiten (2.1-2.4) und dem Bediengerät (6) auf getrennten Datenkanälen übertragbar sind.
- 25 37. Vorrichtung nach Anspruch 36, gekennzeichnet durch eine gegenseitige Überwachungseinrichtung (3"), die zum Überwachen einer Funktion und eines Zielortes der Datenkanäle ausgebildet ist.
- 30 38. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 31 bis 36, gekennzeichnet durch eine eindeutige Zuordnung zwischen dargestellter Bedienoberfläche (BOF) und ausgewähltem Handhabungsgerät (1.1-1.4).

39. Vorrichtung nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, dass Bedienoberfläche (BOF) und Handhabungsgerät (1.1-1.4) im Wesentlichen identische, optisch wirksame Markierungen (M_1 , M_2 , M_3) aufweisen.

5

40. Vorrichtung nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, dass die Handhabungsgeräte (1.1-1.4) jeweils optische und/oder akustische Signalgeber (S) aufweisen, die jeweils zum Aussenden eines Signals zum Anzeigen eines ausgewählten Handhabungsgeräts (1.1-1.4) ausgebildet sind.

10

41. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 40, gekennzeichnet durch eine die Steuerungseinheiten (2.1-2.4) aller Handhabungsgeräte (1.1-1.4) miteinander verbindende Sicherheitsübertragungseinrichtung (5).

15

42. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 41, dadurch gekennzeichnet, dass vom Bediengerät (6) erzeugte Steuersignale nur nach Bestätigung an die zugeordnete Steuerungseinheit (2.1-2.4) weiterleitbar sind.

20

43. Vorrichtung nach Anspruch 42, gekennzeichnet durch an den Handhabungsgeräten (1.1-1.4) angeordnete optische und/oder akustische Signalgeber (S), die zum Anzeigen einer gegebenen Verknüpfung, zwischen Bediengerät (6) und Handhabungsgerät (1.1-1.4) ausgebildet sind.

25

30 44. Vorrichtung nach Anspruch 43, gekennzeichnet durch eine Überwachungseinrichtung (9) zum Überwachen einer Funktionsfähigkeit der Signalgeber (5).

KUKA Roboter GmbH
Blücherstraße 144

19990.6/03 Le/Nu/ma/jk/z1
26. März 2003

86165 Augsburg

Zusammenfassung

Ein Verfahren und ein System zum Steuern einer Mehrzahl von Handhabungsgeräten mit einer Anzahl von Steuerungseinheiten, die den Handhabungsgeräten zugeordnet sind, so dass

5 jede Steuerungseinheit mindestens ein Handhabungsgerät steuert, zeichnen sich dadurch aus, dass ein Bediengerät auf mehrere Steuerungseinheiten zur Steuerung der Handhabungsgeräte zugreift. Damit ist es erfindungsgemäß möglich, auch sehr eng benachbart stehende Handhabungsgeräte zu be-

10 dienen, ohne dass sich Verbindungskabel zwischen Bediengeräten und Steuerungseinheiten überkreuzen und verschränken und so eine sichere Zuordnung im Betrieb nicht mehr möglich ist. Zudem ermöglicht die Erfindung eine Bedienung kooperierender Roboter durch nur eine Bedienperson.

KUKA Roboter GmbH
Blücherstraße 144

86165 Augsburg

19990.6/03 Le/Nu/ma/jk/zl
26. März 2003

Bezugszeichenliste

	1.1-1.4	Handhabungsgerät (Roboter)
	2.1-2.4	Steuerungseinheit
	2.3	Mastersteuerung
5	2.3a	Treibereinrichtung
	2.3b	Überwachungseinrichtung (Watchdog)
	2.3c	Wegsteuerungseinrichtung
	2.3d	Verarbeitungseinrichtung
	2.3e	Erkennungseinrichtung
10	2.3f	Warteschlangeneinrichtung
	2.3g	Terminal-Einrichtung
	2.3i	Umschalt-Einrichtung
	2.3k	Auswahleinrichtung
	2.Xh	Leseeinrichtung
15	3, 3'	Datenbus (echtzeitfähig, nicht echtzeitfähig)
	3''	Überwachungseinrichtung
	4	Überwachungsgerät
	5, 5'	Sicherheitsbus
20	5.1	Knoten

	6	Bediengerät
	6.1	Bedien-/Anzeigeeinheit
	6.2	Zwischenplatine
	6.3	Bestätigungseinrichtung
5	7	Datenbus
	8	Visualisierungsbus
	9	Überwachungseinrichtung
	BOF	Bedienoberfläche
	M ₁ , M ₂ , M ₃	Markierung
10	NRT	nicht echtzeitfähiger Bereich
	P, P', P''	Steuerungswechsel
	RT	echtzeitfähiger Bereich
	S	Signalgeber
	TC1, TC2	Terminalclient
15	TS1, TS2	Terminalserver
	V, V ₁ , V ₂ , V ₄	Visualisierungsverbindung

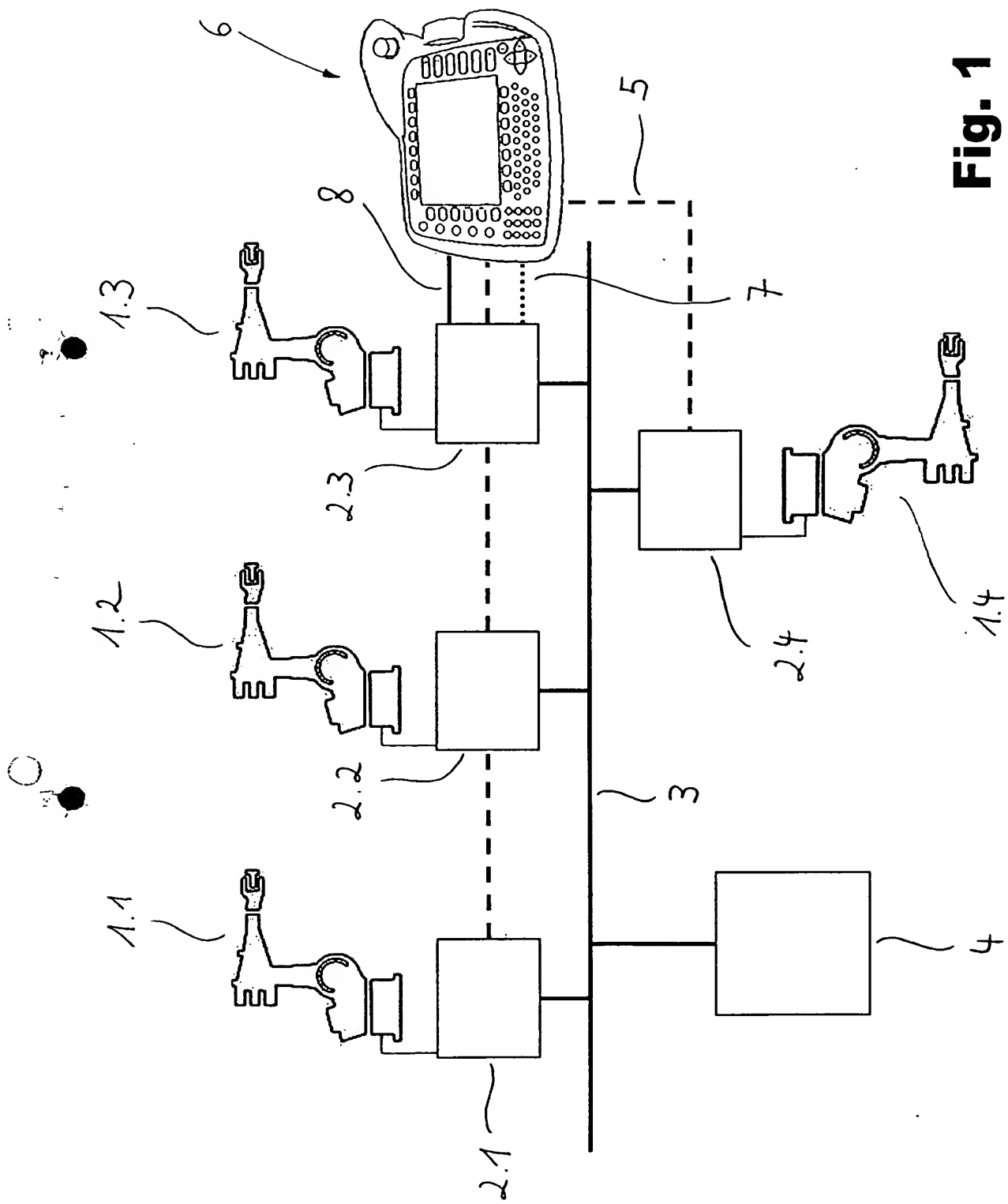


Fig. 1

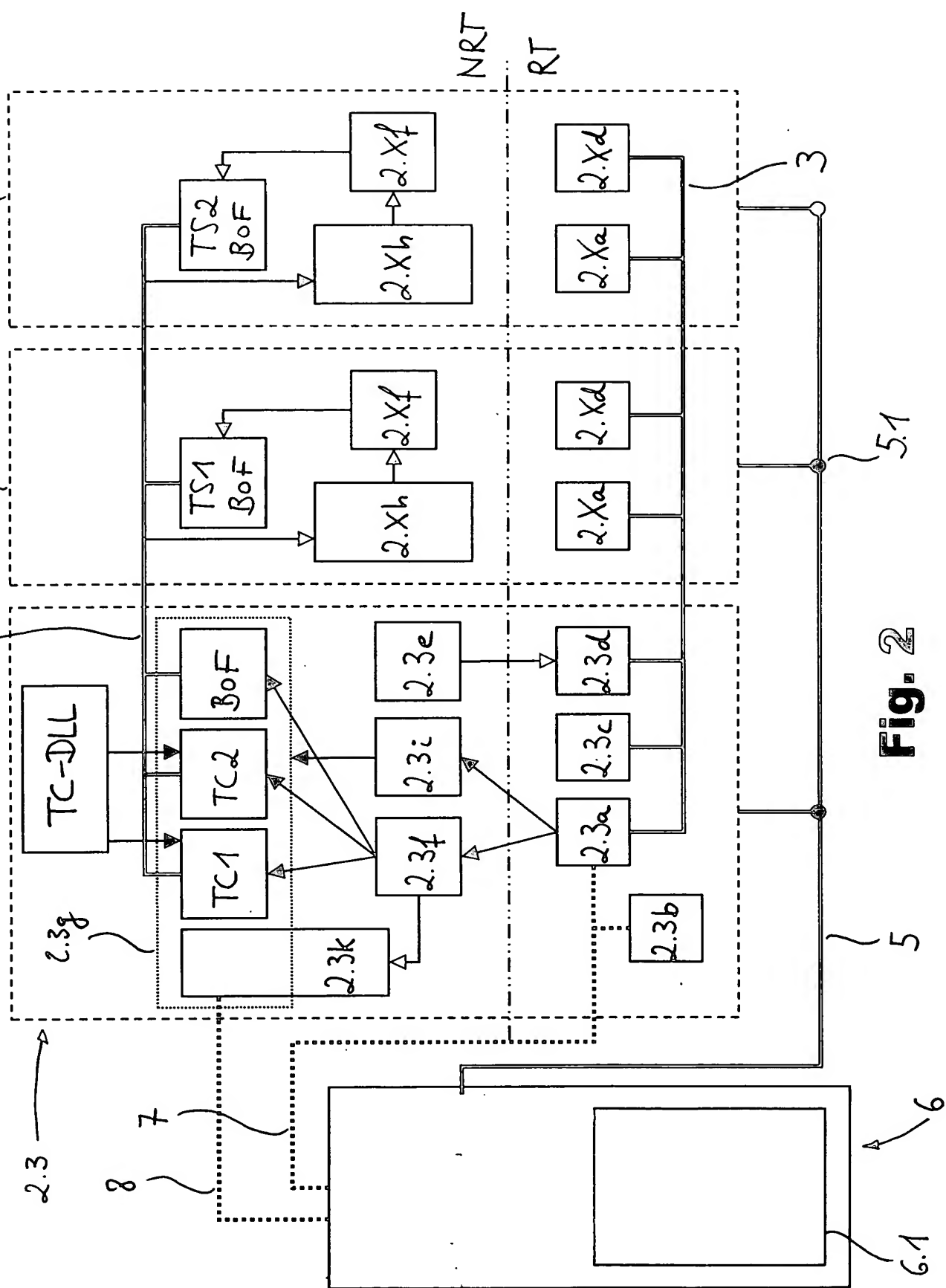


Fig. 2

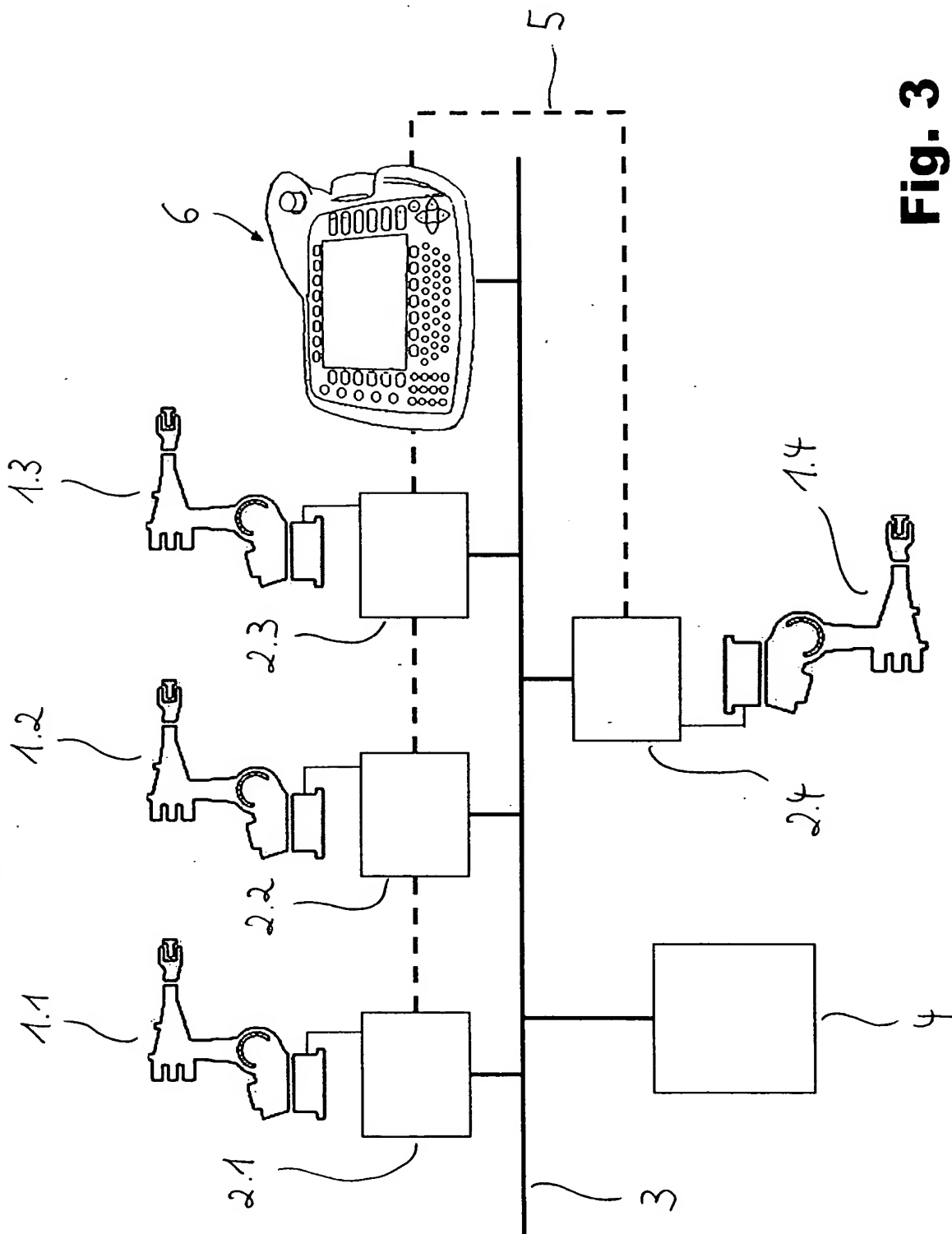


Fig. 3

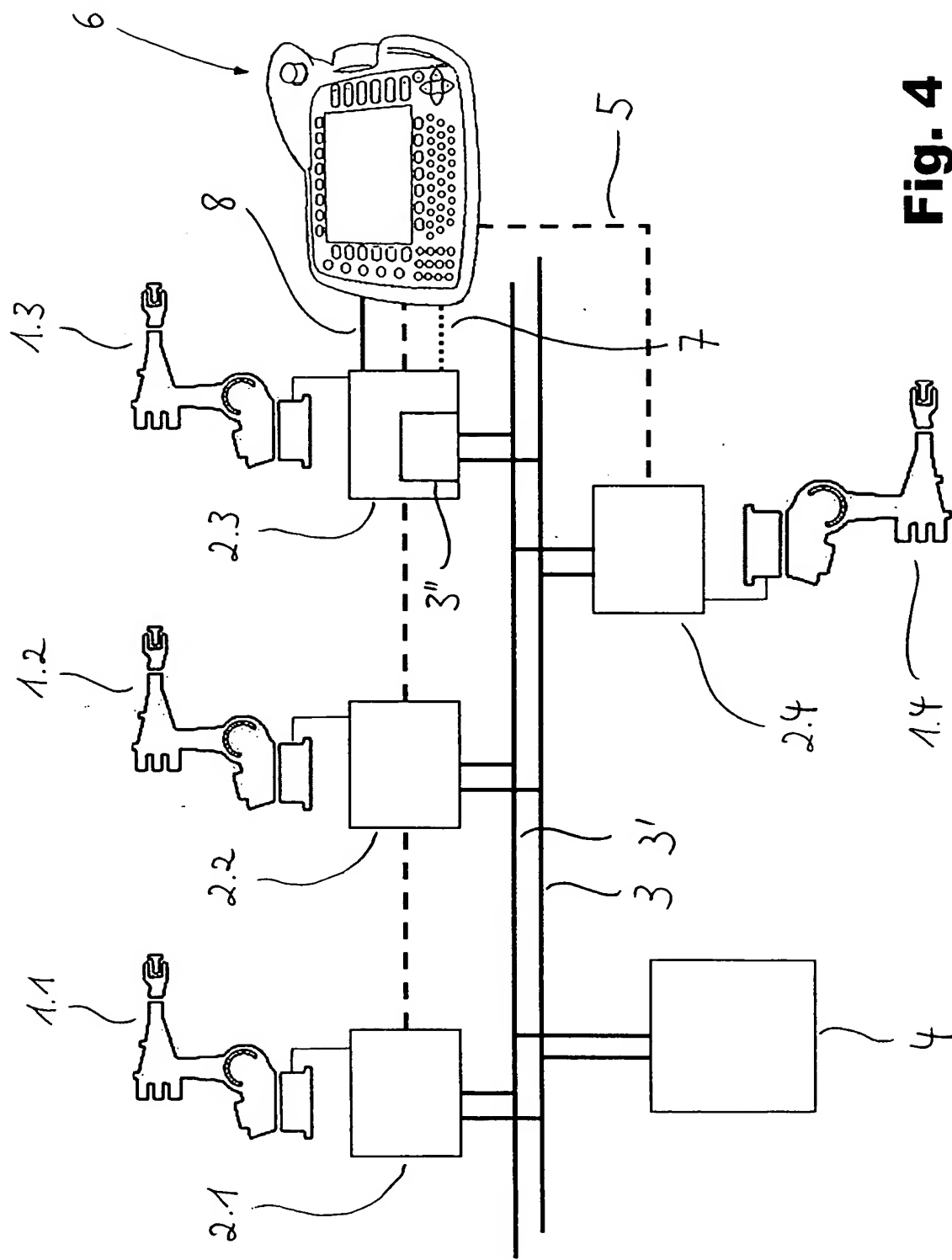


Fig. 4

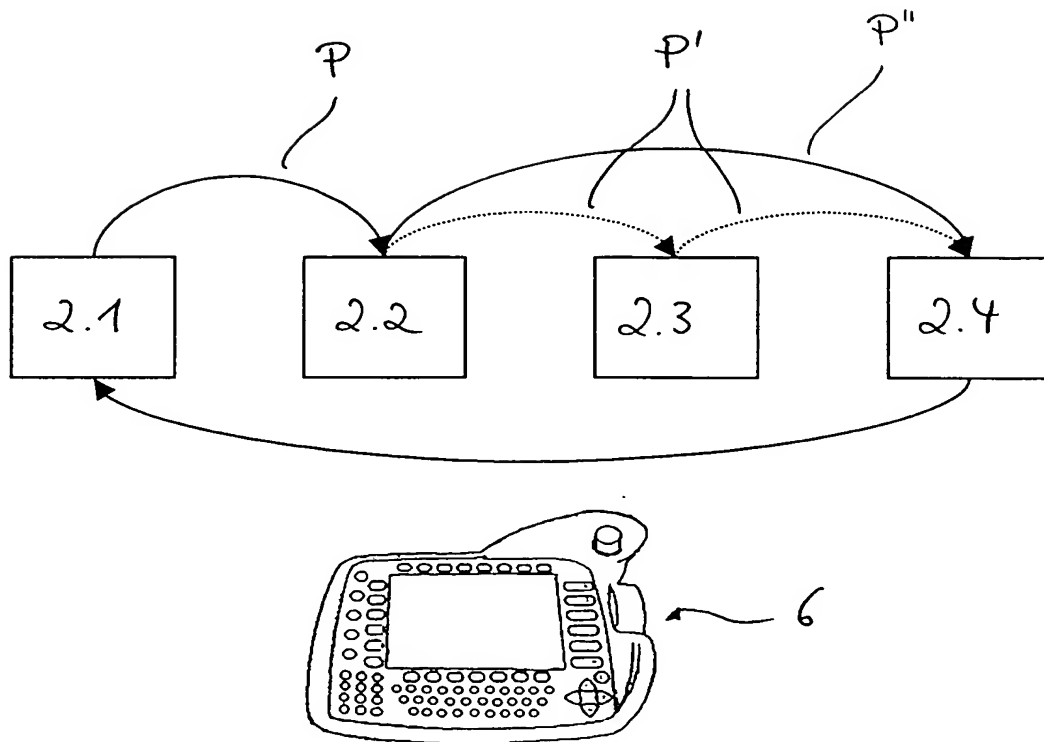


Fig. 5

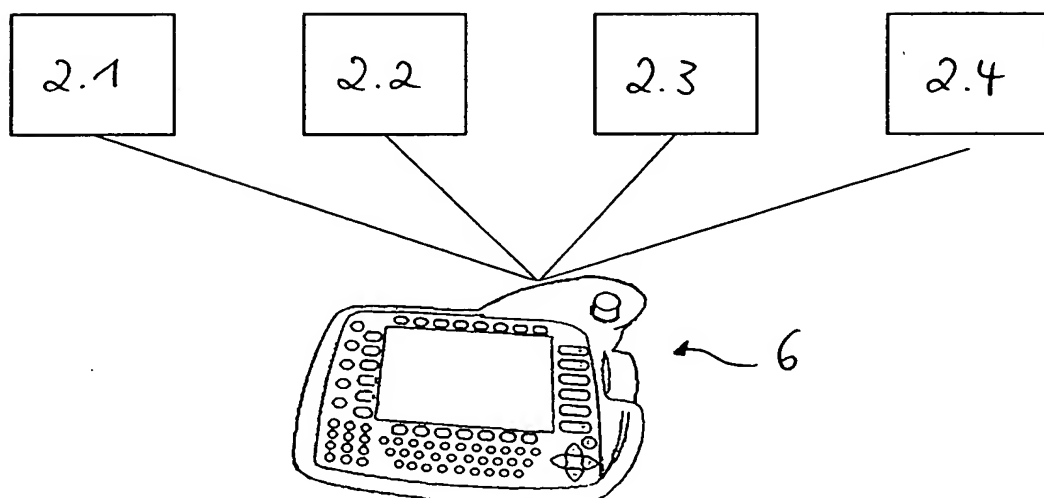


Fig. 6

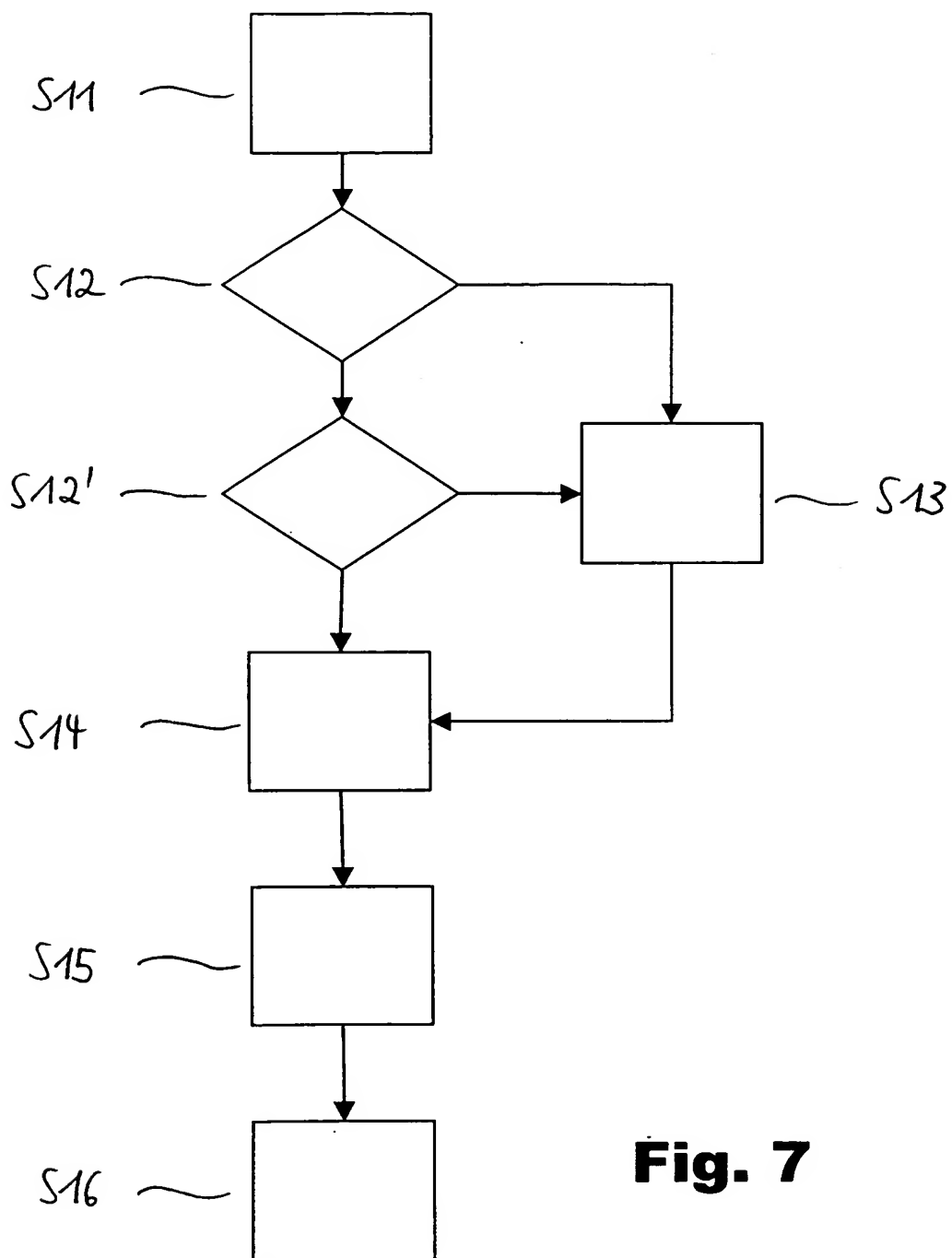


Fig. 7

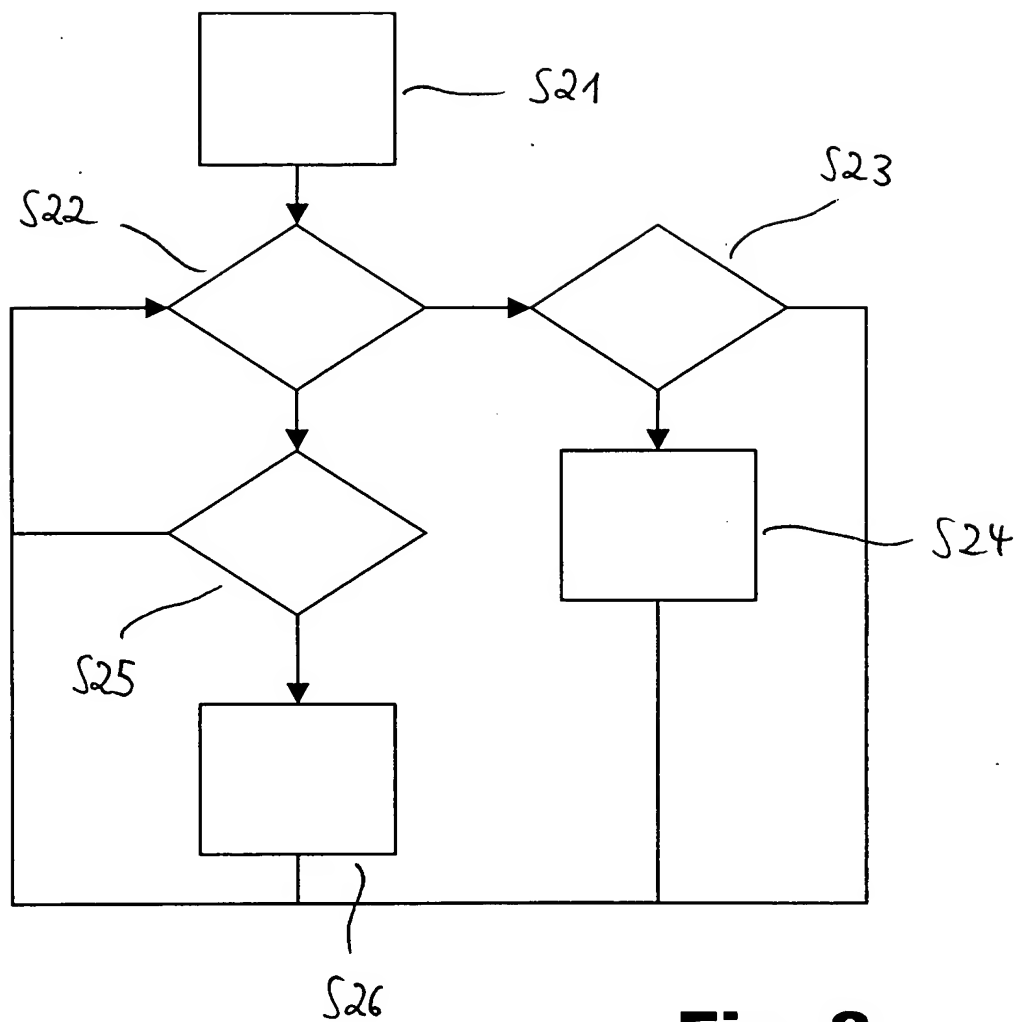
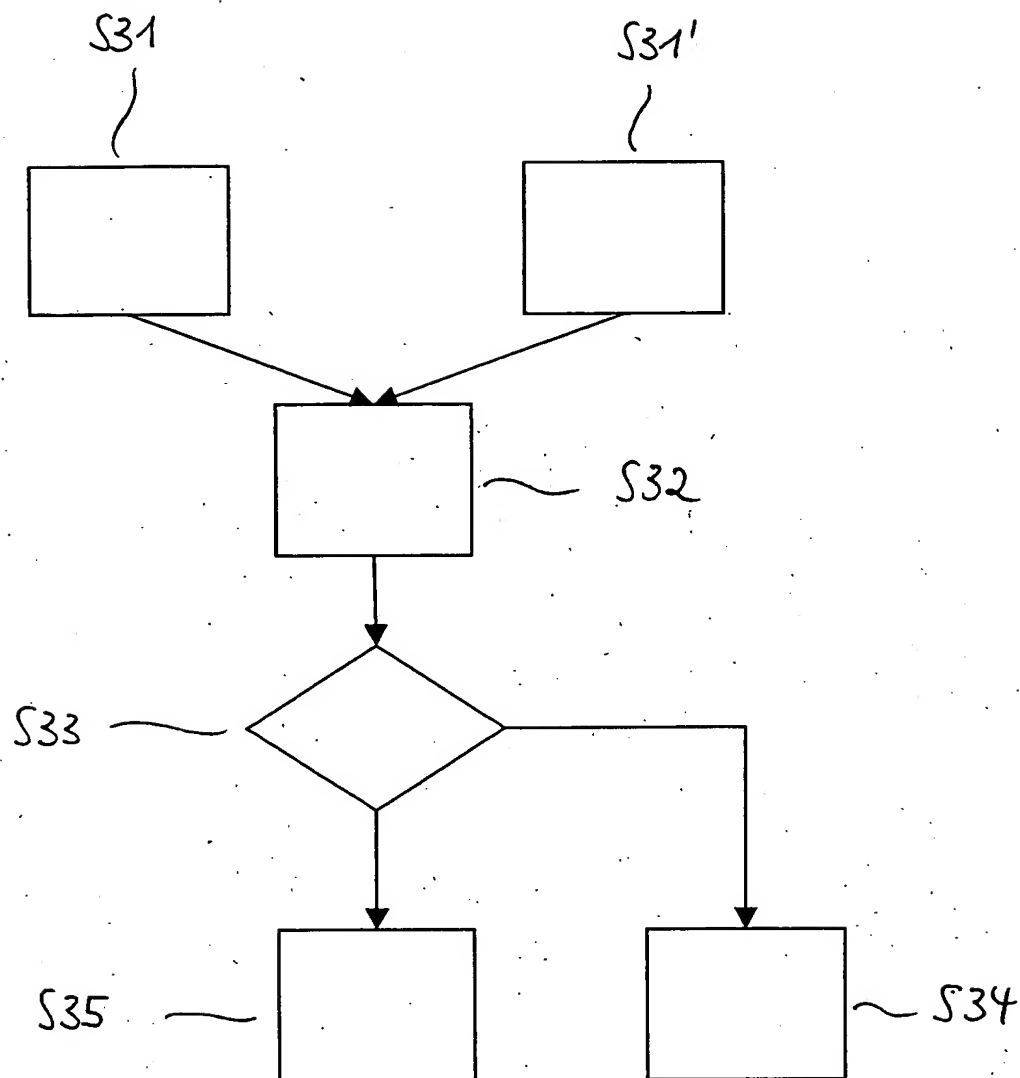


Fig. 8

**Fig. 9**

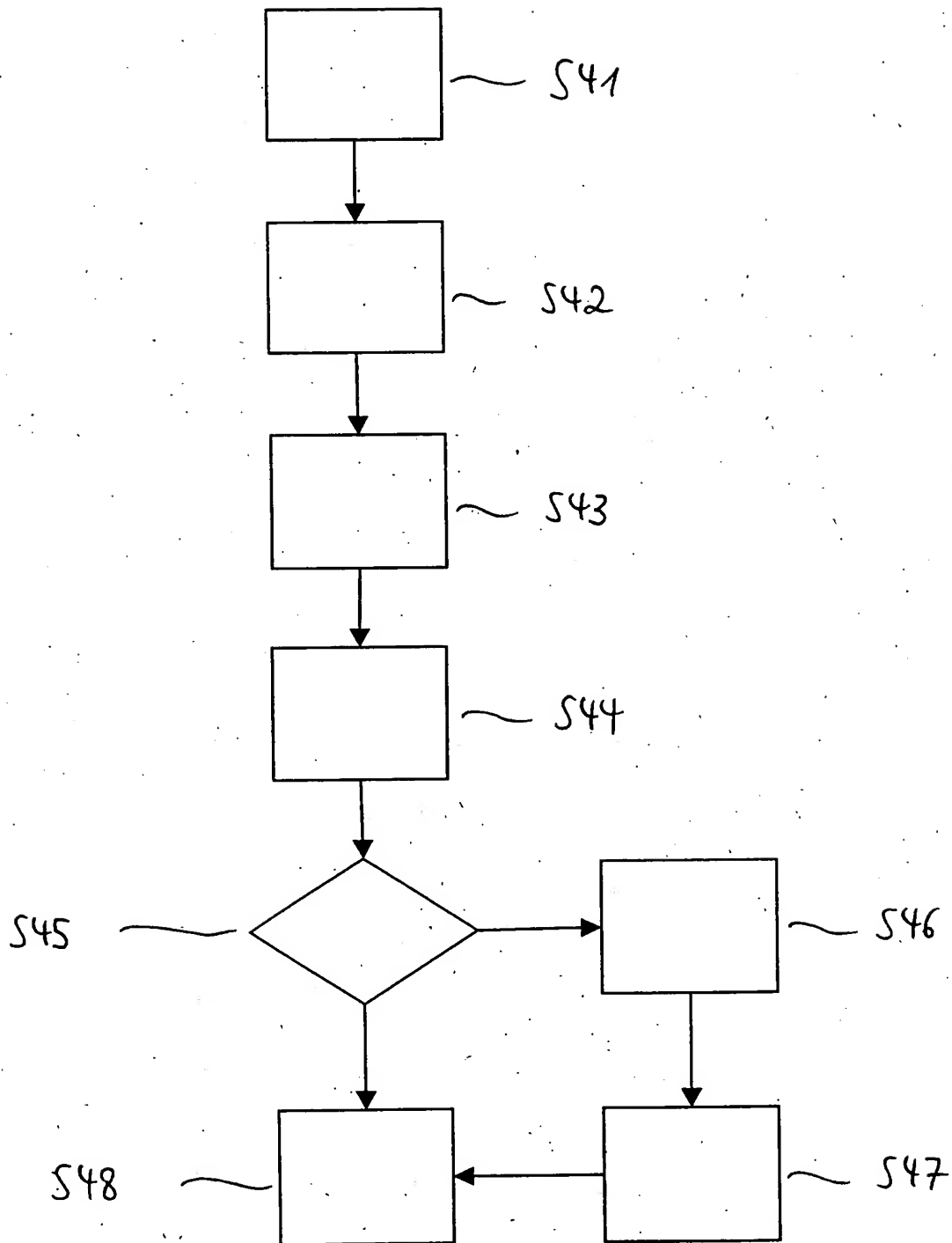
**Fig. 10**

Fig. 11a

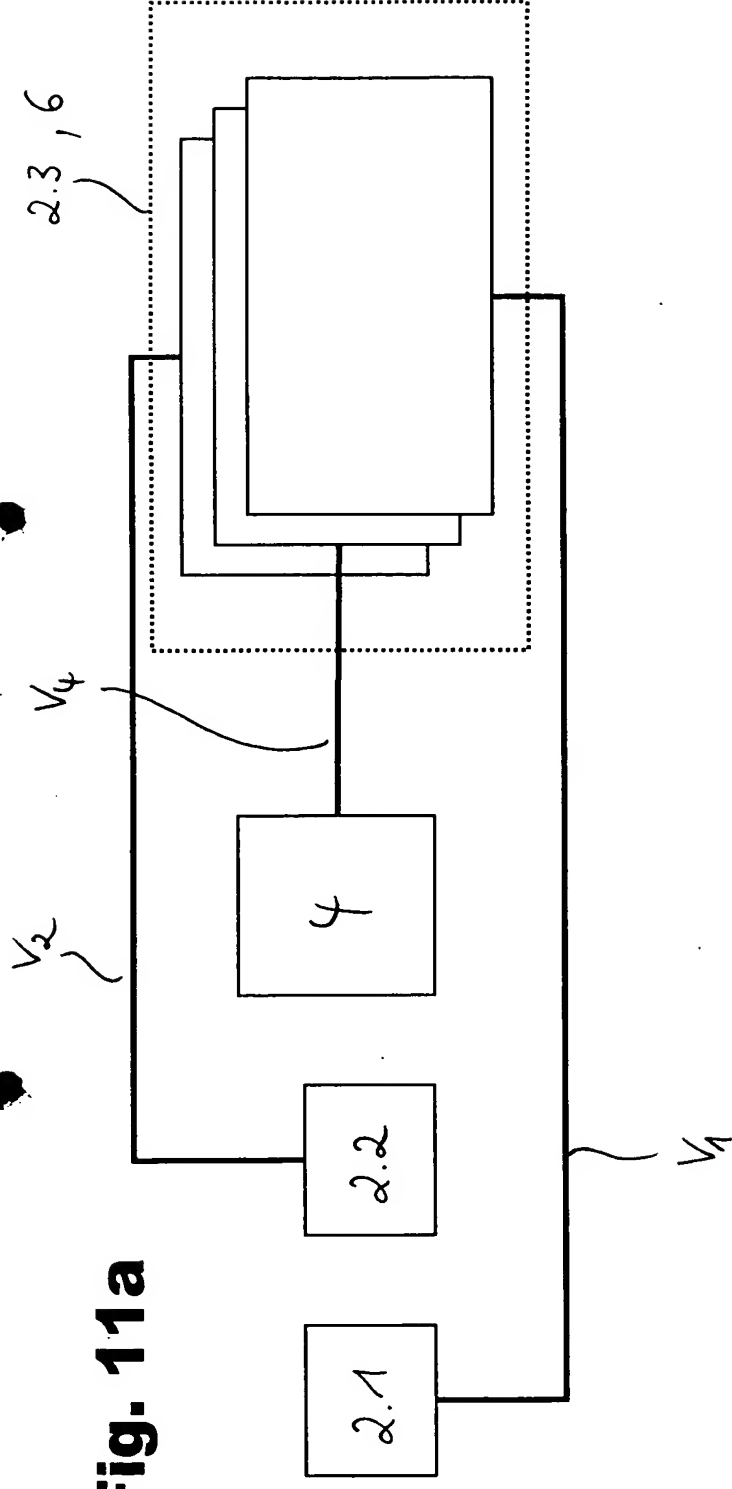
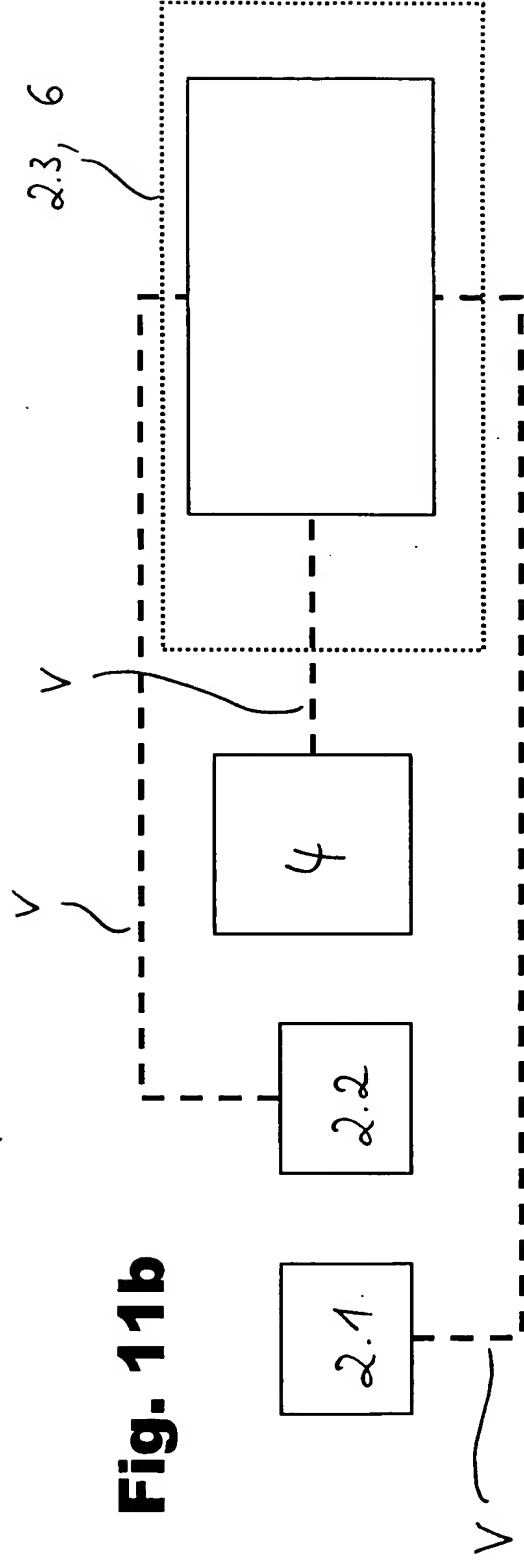


Fig. 11b



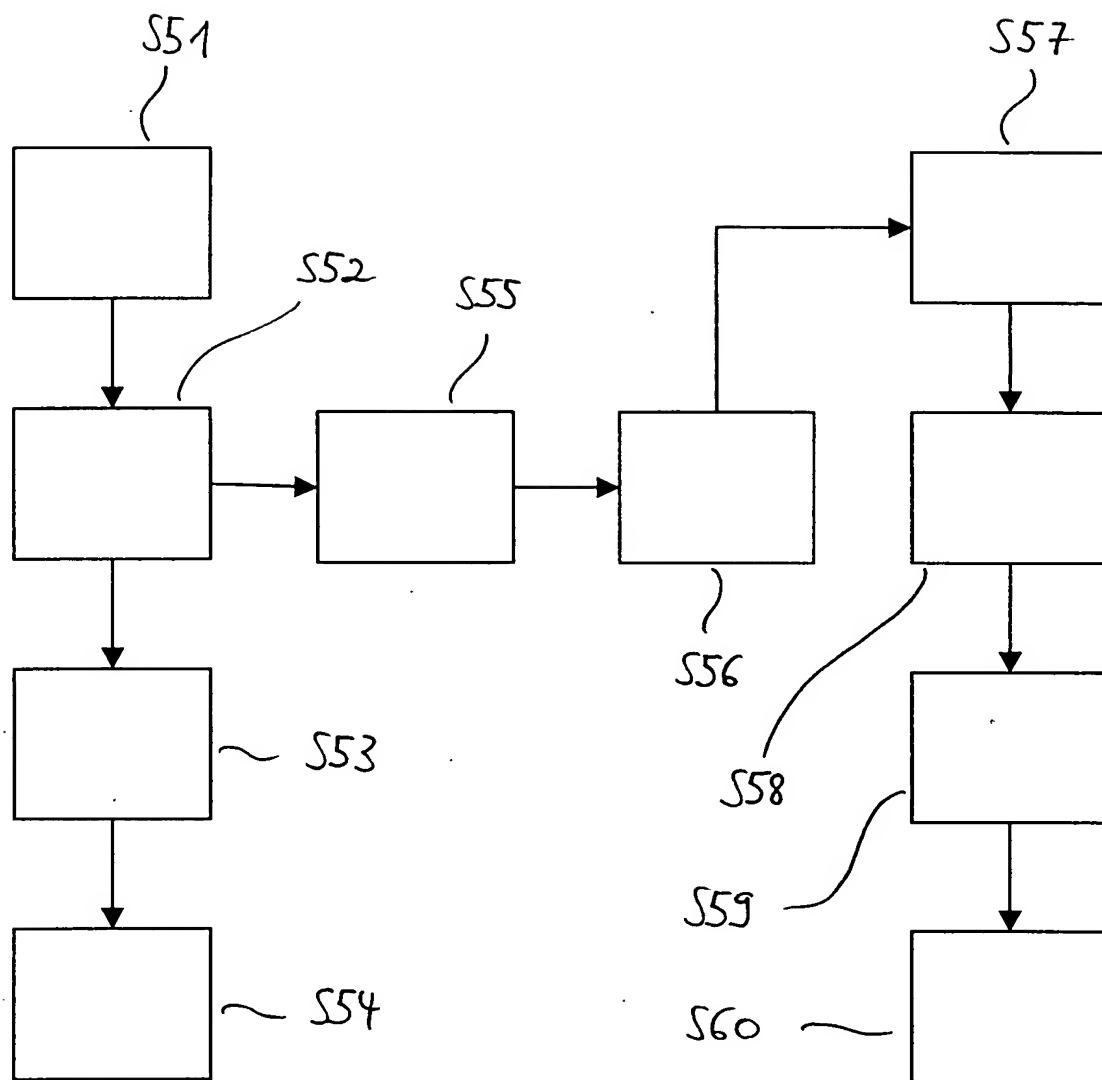


Fig. 12

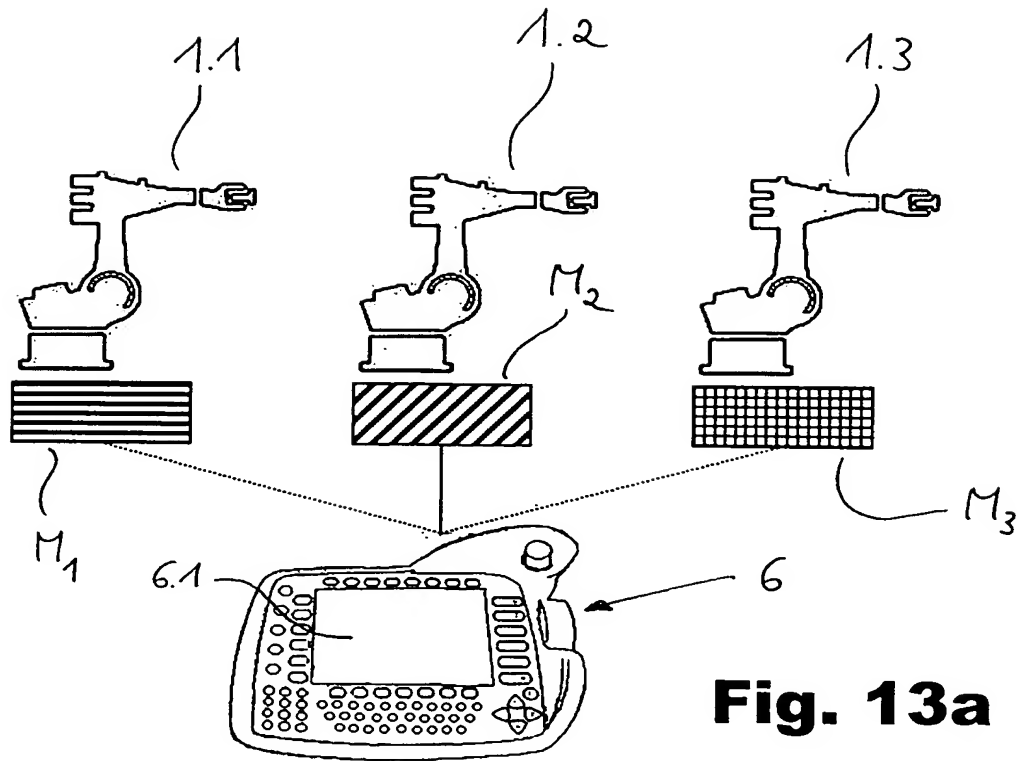


Fig. 13a

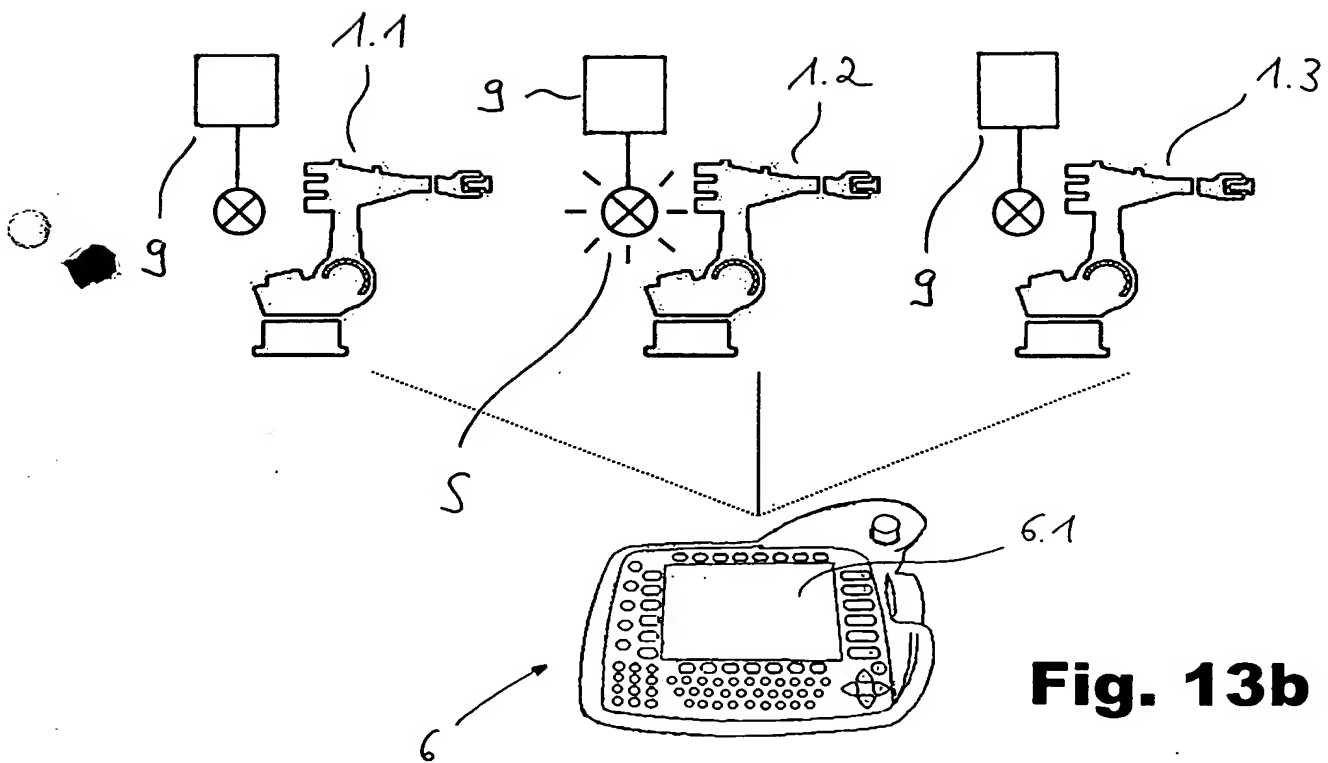


Fig. 13b